

Министерство образования и науки РФ
Бийский технологический институт (филиал)
государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова»

Е.Ю. Егорова, М.В. Обрезкова, Ю.Г. Гурьянов

ЗЕРНО И ЗЕРНОПРОДУКТЫ

В двух книгах

Книга 1

ЗЕРНО, МУКА, КРУПЫ. ТЕХНОЛОГИЯ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА

Допущено научно-методическим советом БТИ АлтГТУ
для внутривузовского использования в качестве
учебно-методического пособия для студентов специальностей:
080401 «Товароведение и экспертиза товаров»,
260601 «Машины и аппараты пищевых производств»,
240706 «Автоматизированное производство химических предприятий»
всех форм обучения

Бийск
Издательство Алтайского государственного технического
университета им. И.И. Ползунова
2011

УДК 664.7.002.6(076.5)
ББК 36.821
Е30

Рецензенты: А.Н. Блазнов, к.т.н., доцент кафедры МАХиПП
БТИ АлтГТУ;
К.С. Барабошкин, к.т.н., заместитель руководителя
АИЦ ФГУП «ФНПЦ «Алтай».

Работа подготовлена на кафедре «Биотехнология».

Егорова, Е.Ю.

Е30 Зерно и зернопродукты. В 2 кн. Кн.1. Зерно, мука, крупы. Технология и оценка качества: учебно-методическое пособие для студентов специальностей: 080401 «Товароведение и экспертиза товаров», 260601 «Машины и аппараты пищевых производств», 240706 «Автоматизированное производство химических предприятий» всех форм обучения / Е.Ю. Егорова, М.В. Обрезкова, Ю.Г. Гурьянов; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2011. – 141 с.

В учебно-методическом пособии представлены конспект лекций и лабораторный практикум по оценке качества и технологии переработки зернопродуктов. Пособие является информационно-обучающим дополнением к базовым дисциплинам «Товароведение и экспертиза зернопродуктов», «Технология пищевых производств», «Общая и специальная технология пищевых производств», «Пищевая химия» и «Основы химии пищевых продуктов», а также дополнением к дипломному и курсовому проектированию и предназначено для студентов специальностей 080401 «Товароведение и экспертиза товаров», 260601 «Машины и аппараты пищевых производств», 240706 «Автоматизированное производство химических предприятий» всех форм обучения.

Учебно-методическое пособие написано в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования и Рабочих программ (Стандартов дисциплины) по перечисленным дисциплинам.

УДК 664.7.002.6(076.5)
ББК 36.821

Рассмотрено и одобрено на заседании научно-методического совета
Бийского технологического института.
Протокол № 7 от 01.07.2010 г.

© Егорова Е.Ю., Обрезкова М.В., Гурьянов Ю.Г., 2011

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ЧАСТЬ 1. ЗЕРНО.....	7
1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	7
1.1 Классификация основных зерновых и зернобобовых культур.....	7
1.2 Строение и химический состав зерна злаковых.....	13
1.3 Порядок отбора проб и оценка качества зерна.....	16
2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	21
2.1 Знакомство с зерновыми культурами.....	21
2.2 Определение видового состава смеси зерна.....	21
2.3 Определение органолептических показателей пробы зерна.....	22
2.4 Определение стекловидности зерна.....	25
2.5 Определение плёнчатости и выхода ядра для зерна крупяных культур.....	27
3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЧАСТИ 1.....	29
ЧАСТЬ 2. МУКА.....	30
1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	30
1.1 Классификация и ассортимент муки.....	30
1.2 Химический состав и пищевая ценность муки.....	31
1.3 Товароведная характеристика основных и второстепенных видов муки.....	33
1.4 Основные стадии технологии производства муки.....	39
1.5 Машинно-аппаратурная схема линии мукомольного производства.....	45
1.5.1 Характеристика комплексов оборудования.....	45
1.5.2 Устройство и принцип действия линии.....	47
1.6 Оценка качества муки.....	49
2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	53
2.1 Органолептическая оценка качества муки.....	53
2.2 Инструментальные и химические методы анализа соответствия муки товарному сорту.....	54
2.3 Оценка хлебопекарных свойств муки.....	58

3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЧАСТИ 2.....	68
ЧАСТЬ 3. КРУПА.....	69
1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	69
1.1 Классификация крупы.....	69
1.2 Формирование качества крупы в процессе производства	71
1.2.1 Основные технологические этапы производства	
круп.....	71
1.2.2 Технологическая линия производства крупы	
из кукурузы.....	76
1.2.3 Технологический процесс производства пшеничной	
крупы.....	79
1.2.4 Технологический процесс производства гречневой	
крупы.....	80
1.2.5 Технологический процесс производства овсяных	
хлопьев и толокна.....	82
1.2.6 Технологический процесс производства крупы из	
гороха.....	84
1.3 Технологическая линия производства варёно-сушёных	
круп.....	87
1.3.1 Характеристика комплексов оборудования.....	87
1.3.2 Машинно-аппаратурная схема линии производства	
круп, не требующих варки.....	88
1.4 Пищевая ценность круп.....	90
1.5 Товароведно-технологические показатели качества крупы	92
2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	99
2.1 Изучение ассортимента круп.....	99
2.2 Органолептическая оценка качества крупы.....	99
2.3 Определение содержания доброкачественного ядра.....	100
2.4 Определение физико-химических показателей качества	
круп.....	102
2.5 Оценка потребительских качеств крупы.....	104
3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЧАСТИ 3.....	107
4 МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ	
РАБОТАМ.....	108

5 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ	110
6 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЁТА ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ.....	111
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Внешний вид и химический состав некоторых видов продовольственных культур.....	112
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Характеристика основных видов примесей и амбарных вредителей.....	117
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Перечень карантинных вредителей, заболеваний и растений.....	120
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Химический состав некоторых видов муки и круп.....	121
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Схемы технологических процессов мукомольного производства.....	125
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Принципиальные схемы технологических процессов подготовительного и шелушильного отделений крупяного завода.....	128
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Схема технологического процесса производства пятиномерной шлифованной крупы из кукурузы....	130
Приложение И. Схема технологического процесса производства гречневой крупы.....	132
Приложение К. Схема технологического процесса производства крупы плющеной и хлопьев из недроблёной овсяной крупы и толокна из овса.....	134
Приложение Л. Схема технологического процесса производства крупы из гороха.....	136
Приложение М. Машинно-аппаратурная схема линии производства круп, не требующих варки.....	138
ЛИТЕРАТУРА.....	139

ВВЕДЕНИЕ

Зернопродукты являются важнейшими в сфере сельскохозяйственного производства и основой питания человека. В рационе питания продукты переработки зерна (мука, крупы, макаронные изделия и т.д.) составляют от 20 % до 85 %, с ними потребляется около 35 % всех необходимых питательных веществ, восстанавливается до 50 % израсходованной энергии. Они служат важным источником макро- и микроэлементов, ряда витаминов, являются незаменимым источником пищевых волокон.

Зернопродукты обладают способностью сохраняться в течение нескольких лет без существенного изменения свойств, они отличаются хорошей транспортабельностью и ценовой доступностью. Специалист, занятый в сфере реализации и производства зернопродуктов, должен знать их пищевую ценность и особенности хранения, которые, в свою очередь, зависят от природы биологических, физиологических и химических свойств зерна, обусловленных условиями его созревания, обработки, транспортирования и хранения.

В настоящем пособии изложены стандартные методы определения качества зерна, муки и круп, рассматриваемых пищевой промышленностью как основные и стратегически наиболее важные зернопродукты. Для более глубокого понимания методик, применяемых для изучения регламентируемых характеристик этих продуктов, в пособии дан сокращенный конспект лекций, посвященный основным вопросам классификации, пищевой ценности, технологии получения и товароведно-технологической оценки зерна и продуктов его переработки.

Предлагаемое пособие написано с точки зрения товароведения и технологии пищевых производств, с привлечением материала действующих НТД, современных периодических изданий, учебно-справочной и специальной литературы.

Пособие предназначено для изучения студентами специальностей 080401 «Товароведение и экспертиза товаров», 260601 «Машины и аппараты пищевых производств», 240706 «Автоматизированное производство химических предприятий» теоретического и практического материала дисциплин «Товароведение и экспертиза зернопродуктов», «Технология пищевых производств», «Общая и специальная технология пищевых производств», «Пищевая химия» и

«Основы химии пищевых продуктов», будет полезно при выполнении дипломного и курсового проектирования.

Учебно-методическое пособие написано в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования и Рабочих программ (Стандартов дисциплины) по перечисленным дисциплинам.

ЧАСТЬ 1. ЗЕРНО

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Зерном называется продукт, который состоит из совокупности большого числа зёрен той или иной культуры.

Под **товарной партией зерна** понимают определённую зерновую культуру (пшеница, рис, гречиха и др.), если она содержит в своём составе не менее 85 % зёрен данной культуры. Если же количество зёрен основной культуры менее 85 %, партия называется **смесью зерна разных культур** с указанием их состава в процентном соотношении.

Зерно и вырабатываемые из него продукты, в зависимости от качества, могут быть:

- полноценными;
- неполноценными, но годными для питания после специальной обработки;
- непригодными для питания (вредными в пищевом отношении).

В зависимости от направления пищевого использования, зерновые культуры принято подразделять на мукомольные (пшеница, рожь, тритикале) и крупяные культуры (просо, кукуруза и т.д.). Некоторые виды зерна используются для получения и муки, и круп – к этим культурам относят пшеницу, овёс, рис, гречиху; в отдельных случаях зерно находит ещё более многоплановое применение, как например пшеница, кукуруза и рис, из зародышей которых дополнительно получают пищевое масло.

1.1 Классификация основных зерновых и зернобобовых культур

Классификация зерна (рисунок 1) осуществляется по целевому назначению, химическому составу и ботаническим признакам.

По **целевому назначению** зерновые культуры подразделяют на продовольственные (мукомольные и крупяные), фуражные и технические (пивоваренное, крахмалопаточное, масложировое,

спиртовое производство и т.д.). К продовольственным относят зерно пшеницы, ржи, крушных культур (гречиха, просо, рис и др.), к фуражным – ячмень, овёс и кукурузу, к техническим – ячмень пивоваренный, сою, рожь и овёс для переработки на солод. Целевую классификацию применяют для рационального использования зерна с учётом его потребительских свойств.

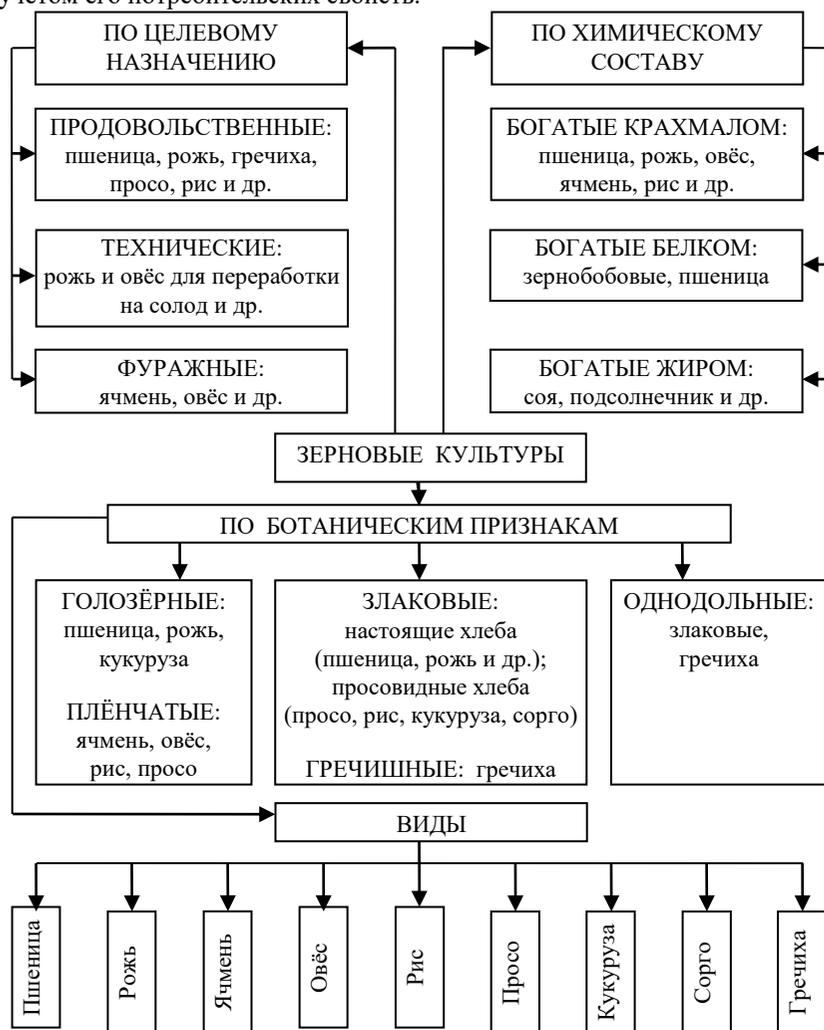


Рисунок 1 – Классификация зерновых культур

По *химическому составу* все зерновые культуры принято делить на три группы:

- богатые крахмалом. Эта группа представлена хлебными злаками (пшеница, рожь, ячмень, овес и кукуруза, рис, просо и семейство гречишных). Содержание крахмала 70...80 %, белков 10...15 %;

- богатые белком. Группа представлена семейством бобовых и пшеницей твёрдых сортов. Содержание углеводов 50...55 %, белков 25...40 %;

- богатые жиром. Объединяет масличные культуры разных ботанических семейств (в частности, подсолнечник и соя). Содержание жиров в зерне таких культур составляет 25...60 %, белков 20...40 %.

По *ботаническим признакам* возделываемые зерновые культуры относят к трём семействам: злаковые, гречишные (однодольные) и бобовые (двудольные). Злаковые, в свою очередь, подразделяют на две группы. К первой группе относят настоящие хлеба (пшеница, рожь, ячмень, овёс), зерно которых имеет опушённость (бородку) и углубление (бороздку). Ко второй – просовидные, или ложные, хлеба (просо, рис, кукуруза), зерно которых не имеет бородки и бороздки.

По этим же признакам зерновые культуры подразделяют на семейства, семейства подразделяют на роды, роды – на виды, виды – на разновидности, а последние уже по хозяйственным признакам делят на ботанические (хозяйственно-ботанические) сорта.

Основными зерновыми растениями являются *хлебные злаки* (сем. *Graminae*). Плод хлебных злаков – *зерновку* – обычно называют *зерном*.

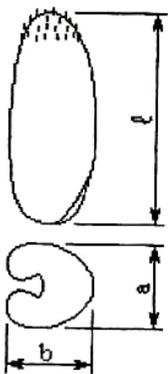
Зёрна пшеничных и просовидных хлебных злаков различаются по форме, строению и характеру прорастания. У *типичных хлебных злаков* зёрна удлинённой, овальной, бочковидной или веретеновидной формы. Вдоль нижней стороны зерна проходит *бороздка*, углубляющаяся внутрь зерна. На остром конце выпуклой верхней стороны зерна расположен хорошо заметный *зародыш*, а противоположный тупой конец покрыт одноклеточными волосками – *бородкой*. Зёрна типичных злаков прорастают одновременно несколькими корешками. Схема продольного и поперечного разрезов зерна представлена на рисунке 2.

Зерно *просовидных злаков* бывает различной формы – удлинённой (зерно риса), округлой, почти шаровидной (просо), неправильной (кукуруза). Зародыш просовидных расположен в нижней части зерна. Такое зерно не имеет бороздки и бородки и прорастает одним корешком.

Гречишные (сем. *Polygonaceae*) представлены одной зерновой культурой – гречихой обыкновенной. Остальные гречишные являются кормовыми, овощными и сорными растениями. Плод гречихи – орешек

трёхгранной формы, покрытый грубыми коричневыми плодовыми оболочками, под которыми находится ядро.

Бобовые (сем. *Leguminosae*) представлены такими культурами, как горох, фасоль, чечевица, соя, бобы. Плод бобовых растений – боб, в котором под створками находятся семена (зерно). Семя (зерно) состоит из двух семядолей, покрытых семенной оболочкой и соединённых ростком, который состоит из зачатков стебля, почечки и корешка. Форма зёрен бобовых культур разнообразна: округлая у гороха, линзовидная у чечевицы, почковидная, овальная или удлинённая у фасоли.



a – ширина; b – толщина; l – длина

Рисунок 2 –
Строение зерна
типичных злаков

Ботанические признаки – вид, разновидность, форма, размеры, цвет, консистенция, строение зерна – широко применяются в **товарных классификациях** для установления типа и подтипа зерна. Деление на **товарные группы** способствует формированию партий зерна со сходными технологическими и пищевыми свойствами.

Пшеница (Triticum) – основная хлебная культура. Основное направление её использования – переработка в муку, и лишь небольшая часть предназначена для выработки крупы и производства спирта.

По товарной классификации пшеницу делят на шесть типов: I – яровая красnozёрная, II – яровая твёрдая, III – яровая белозёрная, IV – озимая красnozёрная, V – озимая белозёрная, VI – твёрдая озимая.

Деление на типы осуществляется в зависимости от ботанических (мягкая-твёрдая, белозерная-красnozёрная) и биологических (озимая-яровая) особенностей.

В общей сложности насчитывается 22 ботанических разновидности пшеницы.

Каждый тип пшеницы, кроме V и VI типов, подразделяют на подтипы в зависимости от оттенков цвета и общей стекловидности. Стекловидность определяют по результатам осмотра поперечного среза зерна. Стекловидным считается зерно с полностью стекловидным эндоспермом, мучнистым – с полностью мучнистым эндоспермом. (Типы I и IV делят на пять подтипов, II и III – на два, V и VI на

подтипы не делят.) Содержание зёрен пшеницы других типов в I–IV типах допускается не более 10 %, в V и VI типах – не более 5 %.

Деление зерна на типы и подтипы связано с его технологическими характеристиками, а именно: хлебопекарными свойствами и мукомольными достоинствами. Но деление зерна только на типы и подтипы не даёт полного представления о качестве и технологических свойствах зерна. Поэтому существует ещё и деление на классы: по влажности, засорённости, натуре и количеству мелких зёрен (5 классов).

Другой ценной продовольственной культурой является *рожь* (*Sekale cereale*). Основное направление её использования – переработка в муку; небольшая часть идёт на получение солода и производство спирта. По стандартам рожь делят на три типа: I – озимая северная, II – озимая южная, III – рожь яровая. Рожь типа I включает пять подтипов, II – два подтипа, тип III на подтипы не делится. По натуре, влажности, содержанию примесей и мелкого зерна рожь делят на пять классов.

Тритикале – новый гибридный вид, полученный скрещиванием зерна пшеницы и ржи. Зерно тритикале похоже на зерновку пшеницы, но имеет несколько более удлинённую форму.

Подобно пшенице, тритикале содержит клейковинные белки, однако на качестве клейковины отрицательно отражается геном ржи: при отмывании клейковина «расползается» и более слабая по качеству, чем пшеничная. От ржи тритикале унаследовало повышенную активность амилолитических ферментов, в частности, α -амилазы. Поэтому мука из тритикале обладает более низкой водопоглотительной способностью, тесто из такой муки быстро формируется, но сильно разжижается при замесе; хлебобулочные изделия обладают влажным и липким мякишем, что вызвано ферментативным гидролизом крахмала амилазами и накоплением в тесте значительного количества декстринов и слизей. Хлеб из тритикале по своим физическим свойствам приближается к пшеничному, но имеет специфические вкус и аромат.

Ячмень, овёс, просо, рис и кукуруза служат сырьём для выработки крупы. Кроме того, некоторые из них используются в небольшом количестве в производстве солода, спирта и крахмала.

Ячмень (Hordeum sativum) выращивается в основном как яровая культура. Ячмень делится на шестирядный – плодоносят все три одноцветковых колоска и двухрядный – плодоносят только средние колоски. Для производства крупы предпочтительны сорта двухрядного низкоплёчатого ячменя с высоким содержанием белка и более стекловидной консистенции. В пивоваренной промышленности ценятся двухрядные сорта ячменя, богатые крахмалом.

Ячмень пивоваренный делится на два класса – 1-й и 2-й – в зависимости от влажности, содержания примесей, цвета и некоторых других показателей.

Овёс (Avena sativa), как и ячмень, выращивается в качестве яровой культуры. Культивируют четыре разновидности овса (две с белым и две с жёлтым зерном).

Стандартом предусмотрено деление овса на два типа: I – продовольственный, II – кормовой. Овёс типа I делится ещё на два подтипа – по цвету – белый и жёлтый.

Рис (Oryza sativa) по стандарту делят на три типа: I – продолговатый широкий, II – продолговатый узкий тонкий, III – округлый. Рис типов I и II бывает двух подтипов – стекловидный и полустекловидный, рис типа III может быть трёх подтипов: стекловидный, полустекловидный и мучнистый.

Просо (Panicum miliaceum) – яровая культура, делится по стандарту на три типа: I – с цветковыми оболочками белого и кремового цвета, II – с цветковыми оболочками от светло-красной окраски до тёмно-красной и коричневой, III – цветковыми оболочками от золотисто-жёлтой до тёмно- и серовато-жёлтой окраски. Такое распределение связано с формой зерновок проса: шаровидная – кремовой окраски; овально-удлиненная – с жёлтыми и овально-округлая – с красными цветковыми плёнками – это значительно облегчает его переработку. Примесь в основном типе других типов не должна превышать 10 %, иначе партию характеризуют как смесь типов с указанием типового состава, в %.

Кукуруза (Zea mays) используется для разных целей. Из неё готовят крупу, сухие завтраки, спирт, пищевое и техническое масло.

По форме и строению початка и зерна кукуруза подразделяется на шесть разновидностей. Форма зерновок и их окраска положены в основу деления кукурузы на типы: I – зубовидная жёлтая, II – зубовидная белая, III – кремнистая жёлтая, IV – кремнистая белая, V – полузубовидная жёлтая, VI – полузубовидная белая, VII – лопающаяся белая, VIII – лопающаяся жёлтая, IX – восковидная.

Гречиха (Polygonum fagorinum) делится на две разновидности: крылатую и бескрылую. Зерно бескрылой гречихи светло-серого цвета, рёбра зерна закруглены. Крылатая гречиха по сравнению с бескрылой крупнозёрная, с неё легче удаляется плодовая оболочка, она даёт больший выход целой крупы – *ядрицы*.

Соя (Soya glycine) имеет бобы соломенно-желтого или коричневатого цвета, содержащие от одного до трех семян.

Пищевыми являются только светлоокрашенные сорта сои, их деление на типы и подтипы не предусмотрено. Сою, в отличие от других бобовых, используют в питании только после специальной обработки: в виде муки, белковых изолятов, пищевых концентратов или масла.

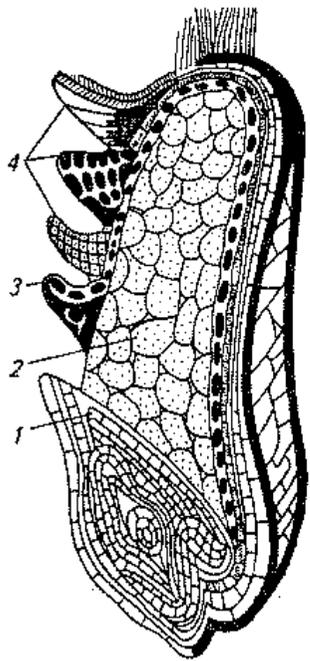
Горох (Pisum sativum) делят на луцильный и сахарный, и используют для консервирования, выработки муки и крупы. Горох, поставляемый в торговую сеть, должен быть I – продовольственного типа; 1-й подтип – жёлтый, 2-й подтип – зелёный.

Фасоль (Phaseolus) по пищевой ценности стоит выше гороха. По стандарту фасоль делят на три типа: I – фасоль белая, II – фасоль цветная однотонная, III – фасоль цветная пёстрая. Каждый тип фасоли, в свою очередь, подразделяется на подтипы: I – на 6, II – на 4, III – на 2. Выше других ценится белая фасоль.

1.2 Строение и химический состав зерна злаковых

Зерно различных злаков состоит из одних и тех же анатомических частей: зародыша 1, эндосперма 2, алейронового слоя 3, оболочек 4 (рисунок 3). Строение и состав зерновки злаковых культур рассмотрены на примере зерна пшеницы. Такие строение и состав типичны для всех злаков.

Оболочки делятся на наружную *плодовую*, которая сравнительно легко удаляется, и *семенную*, которая прочно срастается с находящимся под ней алейроновым слоем. Каждая оболочка состоит из нескольких слоев клеток, причем один из слоев семенной оболочки содержит красящие вещества, чем



- 1 – зародыш; 2 – эндосперм;
3 – алейроновый слой;
4 – оболочки

Рисунок 3 – Продольный
разрез зерна пшеницы

определяется цвет зерна. Оболочки предохраняют зерно от повреждений и состоят преимущественно из клетчатки и минеральных веществ. В зерне пшеницы на долю плодовых и семенных оболочек приходится от 6 до 8 % массы.

Алейроновый слой, называемый иногда оболочкой эндосперма, или его пограничным слоем, представляет собой один ряд очень крупных толстостенных клеток. Стенки клеток состоят из клетчатки, а их внутреннее пространство заполнено питательными веществами, из которых половина приходится на белок, а другая половина включает в основном жир и жироподобные вещества, а также некоторое количество минеральных веществ, сахаров, водорастворимых витаминов и ферментов. Крахмала в этом слое нет. Алейроновый слой, масса которого составляет 4...9 % массы зерна, играет важную роль при доставке питательных веществ развивающемуся молодому зерну.

Эндосперм, или мучнистое ядро, занимает всю внутреннюю часть зерна и составляет до 85 % его массы. Эндосперм состоит из крупных тонкостенных клеток, часто неправильной формы, заполненных зернами крахмала, которые окружены частицами белка.

Весь крахмал зерна сосредоточен равномерно в эндосперме. Белки распределены в эндосперме неравномерно: наибольшее их количество содержится в его периферийных частях. Других компонентов (жир, зола, сахара и клетчатка) в эндосперме немного, наряду с белками, они находятся в пограничных слоях эндосперма.

Эндосперм – самая ценная часть зерна, из него получают высшие сорта муки. Чем больше эндосперма в зерне, тем выше выход муки.

Эндосперм может быть стекловидным, полустекловидным и мучнистым. Стекловидная пшеница отличается от мучнистой более высоким содержанием белка и физическими свойствами – большей плотностью и твёрдостью. При переработке в муку такая пшеница даёт больший выход муки высших сортов.

Зародыш отделен от эндосперма щитком. Несмотря на небольшие размеры (2...3 % массы зерна), зародыш является ботанически наиболее важной частью зерна, именно в нем находятся первичные органы развития нового растения. Зародыш богат питательными веществами: белками, сахарами, жирами, витаминами и ферментами. Несмотря на высокую пищевую ценность зародыша, при помоле стараются как можно более полно его отделить, так как зародыш богат жиром, склонным к прогорканию на воздухе. Мука, не освобожденная от зародыша, не стойка в хранении и быстро портится.

Химический состав отдельных частей зерна и зерна в целом для одной и той же культуры колеблется в широких пределах в зависимости от условий произрастания, т.е. почвенно-климатических условий, агротехнических мероприятий (удобрения, поливы и т.п.) и генетических особенностей сорта (селективность).

В зерне злаков больше всего содержится **углеводов**, а из углеводов первое место принадлежит *крахмалу*. Из сахаров в зерне присутствуют преимущественно *сахароза* и в очень небольших количествах мальтоза, глюкоза и фруктоза. В проросшем зерне количество редуцирующих сахаров резко возрастает. Стенки растений состоят из *клетчатки* и *гемицеллюлоз* – основных структурных элементов клеток, содержание которых зависит от вида злака: у голозерных их количество невелико, а у пленчатых может достигать 10 % и более. Клетчатка вместе с минеральными веществами содержится в основном в оболочках и алейроновом слое, определяя зольность зерна.

Содержание **липидов** в злаковых культурах, как правило, невелико. Основную массу азотистых веществ в зерне составляют **белки**, содержащиеся главным образом в эндосперме (около 65 % всего количества белка), алейроновом слое (около 20 %) и зародыше (менее 10 %). Наиболее полноценными белками являются белки зародыша, меньшей ценностью обладают белки эндосперма.

По физико-химическим и технологическим свойствам белки подразделяют на пять фракций: водорастворимую (альбумины), солерастворимую (глобулины), щелочерастворимую (глобулины), спирторастворимую (проламины) и нерастворимый белковый остаток. Наиболее высокой усвояемостью обладают водо- и солерастворимая фракции. Щёлоче- и спирторастворимая фракции при поглощении воды образуют упругоэластичный гель – *клейковину*, содержание которой определяет потребительские характеристики хлебобулочных, макаронных и мучных кондитерских изделий.

Витамины зерна представлены в основном группой В (В₁, В₂, и РР), в ограниченном количестве содержатся витамины В₆, Е, биотин и каротиноиды. Витамины локализируются в зародыше, алейроновом слое, в очень небольшом количестве содержатся в эндосперме. Поэтому, чем выше сорт муки, тем меньше в ней содержание витаминов, тем она менее ценна в пищевом отношении.

Доля **минеральных элементов** составляет 1,5...3 %. Примерно половина зольных элементов представлена соединениями фосфора, одна треть – соединениями калия, а остальное распределено между кальцием, магнием, железом, натрием и другими элементами.

Ферменты – α-амилаза и β-амилаза, гидролизующие крахмал; фитаза, расщепляющая фитин; протеиназа, расщепляющая белок; триацилглицероллипаза, воздействующая на триглицериды. Из окислительно-восстановительных ферментов лучше других изучена липоксигеназа, окисляющая ненасыщенные жирные кислоты.

В здоровом, хорошо созревшем зерне активность ферментов сравнительно невелика и находится у каждой культуры на определённом уровне, специфичном для неё. Повышенная активность ферментов характерна для дефектного зерна, следствием чего является его ускоренное старение и порча.

Основные ткани зерна, кроме различий в строении, массовом соотношении, химического состава (Приложение А, таблица А.1), отличаются биохимическими свойствами, по-разному ведут себя в процессе переработки, обладают неодинаковой пищевой ценностью и придают продуктам различные потребительские качества.

Особенности состава анатомических частей зерна широко используются при стандартизации продуктов его переработки, при расчёте выходов готовой продукции, организации технологических процессов.

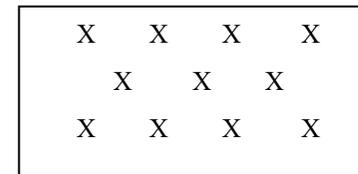
1.3 Порядок отбора проб и оценка качества зерна

Каждую партию зерна оценивают по среднему образцу, составленному по стандартной методике.

Отбор проб зерна для составления среднего образца зависит от условий размещения партий и осуществляется в следующем порядке.

- Из зерна, находящегося в кузове автомобиля насыпью, выемки (точечные пробы) отбирают щупом или вручную в четырёх точках из верхнего слоя и у дна либо по всей глубине насыпи. Точки отбора проб располагают на расстоянии 0,5 м от бортов. Общая масса объединённой пробы (сумма точечных проб) должна составлять не менее 1 кг.

- Из зерна, находящегося в вагонах, пробы-выемки отбирают щупом в 11 точках поверхности насыпи зерна в шахматном порядке.



В углах вагона отбирают выемки на расстоянии 50–75 см от стенок. Масса объединённой пробы в этом случае должна составлять приблизительно 4,5 кг.

- При хранении зерна на складах насыпью отбор точечных проб осуществляют после условного деления поверхности зерна на секции площадью приблизительно по 100 м². В каждой секции пробы отбирают в пяти точках: в четырёх углах – на расстоянии 1 м от границ секции и посередине насыпи; из верхнего слоя (на глубине 10–15 см), из среднего слоя и у самого пола (суммарно – из каждой секции 15 точечных проб). Отобранные пробы объединяют и методом квартования сокращают до средней пробы массой не менее 2 кг (средняя проба – это часть объединённой пробы, выделенная для определения качества; среднюю пробу выделяют в том случае, если масса объединённой пробы превышает 2 кг). Для небольших партий зерна объединённая проба – сумма точечных проб – является одновременно и средней пробой.

Порядок выделения навесок для определения регламентированных показателей качества зерна приведён на рисунке 4.



Рисунок 4 – Схема анализа средней пробы зерна

Для объективной характеристики зерна предусмотрены показатели, по которым можно определить его качество, что важно при закупке зерна, размещении его на хранение, распределении на переработку. Показатели качества зерна позволяют решить вопрос о количестве выработанной из него муки или крупы, о свойствах и качестве полученной продукции. Качество зерна определяют с учётом того, что партии товарного зерна отличаются более или менее

выраженной неоднородностью физического состава, сыпучестью и связанной с этими свойствами способностью к самосортированию.

Показатели качества, применяемые для характеристики зерна, делят на следующие:

- 1) общие, относящиеся к зерну всех культур;
- 2) специальные, применяемые для зерна отдельных культур;
- 3) дополнительные, определяемые при необходимости.

К **общим** показателям качества относятся обязательные, определяемые в любой партии зерна всех культур, – признаки свежести (внешний вид, цвет, запах, вкус), заражённость зерна вредителями, влажность и засорённость (Приложение Б).

К **специальным**, или **целевым**, относятся показатели качества, характеризующие товароведно-технологические (потребительские) свойства зерна. Они определяются в партии зерна отдельных культур, используемых на определённые цели. В эту группу включают плёнчатость и выход чистого ядра (крупяные культуры); стекловидность (пшеница, рис); количество и качество сырой клейковины (пшеница); натуру (пшеница, рис, ячмень, овёс); жизнеспособность (ячмень пивоваренный). У пшеницы дополнительно определяют содержание мелких, морозобойных зёрен и зёрен, повреждённых клопом-черепашкой.

К **дополнительным**, определяемым при необходимости, относят:

- показатели химического состава зерна;
- остаточное количество фумигантов (после обработки от вредителей);
- остаточное количество пестицидов;
- наличие/отсутствие карантинных вредителей, карантинных заболеваний и примеси семян карантинных сорных растений (Приложение В);
- содержание микроорганизмов и т.д.

Общие показатели качества зерна определяют органолептическими и физико-химическими, а специальные и дополнительные – физико-химическими методами.

Органолептическими методами устанавливают цвет и внешний вид, запах и вкус зерна. Цвет и внешний вид определяют осмотром образца и используют эти признаки для распознавания принадлежности зерна к тому или иному виду (культуре), типу, подтипу и сорту и, отчасти, для выявления его состояния.

Физико-химическими методами устанавливают влажность,

засорённость, натурную массу, содержание белка, количество и качество клейковины и другие показатели.

Стоимость партии зависит от качества зерна. Все показатели качества, по которым оценивают партию, можно условно разделить на две группы. Первую группу составляют показатели заготовительных кондиций. К ним относятся содержание сорной и зерновой примесей, влажность, заражённость и натура. Все перечисленные показатели, за исключением последнего, имеют два уровня нормирования: базисный и ограничительный. Для натуры ограничительного уровня не существует (таблица 1).

Таблица 1 – Базисные и ограничительные нормы для заготавливаемого зерна мягкой пшеницы

Показатель качества	Базисные нормы	Ограничительные нормы
Влажность, %	14,5	19,0
Натура, г/л*	730; 740; 750;755	–
Сорная примесь, %	1,0	5,0
Зерновая примесь, %	2,0**; 3,0***	15,0
Заражённость	Не допускается	Допускается клещ (не образует скоплений)
*В зависимости от региона возделывания (для Нечернозёмной зоны – 730 г/л). **Для яровой пшеницы. ***Для озимой пшеницы		

Цена партии зависит от показателей качества второй группы. Совокупность этих показателей определяет товарный класс зерна. Зерно мягкой пшеницы делится на шесть товарных классов, характеристика которых приведена в таблице 2.

При установлении товарного класса партии зерна проводят оценку качества по всем показателям второй группы. Полученные результаты сравнивают с данными таблицы и устанавливают, требованиям какого класса соответствует каждый показатель. Определяющим для класса является наихудший показатель.

Отклонение уровня показателей качества зерна от базисных норм по влажности и содержанию сорной примеси влечёт за собой необходимость коррекции массы партии.

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Цель работы: Ознакомиться с некоторыми видами зерновых культур и определить видовой состав смеси зерна.

2.1 Знакомство с зерновыми культурами

Задание для выполнения: установить видовую принадлежность зерновых культур смеси.

Примерно 100 г зерновой смеси разобрать на фракции по культурам: пшеницу, рожь и т.д. Результаты сверить с образцами.

Внимательно рассмотреть зёрна каждой культуры, зарисовать и дать описательную характеристику по форме, окраске и состоянию поверхности зерна. Результаты наблюдений внести в таблицу 3.

Таблица 3 – Зерновые культуры

Название культуры	Семейство	Использование

2.2 Определение видового состава смеси зерна

Задание для выполнения: определить видовой состав смеси зерна злаковых культур.

Видовой состав смеси зерна определяют после очистки от сорных примесей, а также после удаления всех битых и изъеденных зёрен. При определении видового состава зерновой смеси количество зерна каждой культуры m_i устанавливают по навеске массой 50 г путём ручной разборки и взвешивания на технических весах с погрешностью не более 0,5 г. Содержание примесей определяют, выделяя зерновую и сорные примеси в соответствии с Приложением Б.

Полученные данные оформить по типу таблицы 4.

Таблица 4 – Содержание компонентов зерновой смеси

Смесь зерна		Пшеница		Рожь		Овёс		Ячмень		Примеси
г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	
	100	m_i	x_i							

Содержание компонентов зерновой смеси x_i , %, рассчитывается по формуле

$$x_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100,$$

где m – масса полученной в начале занятия зерновой смеси, г.

По разнице между полученной в начале занятия навеской зерновой смеси и суммой процентных содержаний чистых компонентов смеси определяют процентное содержание сорных примесей.

2.3 Определение органолептических показателей пробы зерна

Задание для выполнения: установить соответствие пробы зерна требованиям действующих НД по органолептическим показателям.

Зерно, потерявшее блеск, изменившее цвет и приобретшее несвойственные ему запах и вкус, характеризуется изменениями химического состава и имеет пониженные технологические свойства.

Цвет дефектного зерна по сравнению с нормальным может быть светлее или темнее. Причиной белёсого цвета или обесцвеченности зерна являются неблагоприятные погодные условия при его созревании или развитие плесневых грибов при хранении. К неблагоприятным погодным условиям относятся пониженные температуры и повышенная относительная влажность воздуха, а также ранние заморозки. В первом случае формируется зерно разной степени обесцвеченности, во втором – белёсое. Плесень развивается на зерне, заложенном на хранение с повышенным уровнем влажности. Причинами потемнения зерна являются его прорастание, самосогревание и перегрев при сушке. Все перечисленные дефекты приводят к снижению содержания в зерне запасных питательных веществ, повышению или снижению активности ферментов, снижению выхода муки и крупы, ухудшению их технологических качеств. При этом ограничивается возможность использования партии зерна на продовольственные цели.

Запахи, не свойственные здоровому зерну, делят на две группы. К первой относятся запахи, приобретённые зерновой массой из окружающей среды. Они получили название запахов сорбции. Вторую группу составляют запахи разложения. Причиной их происхождения являются всевозможные процессы жизнедеятельности, происходящие в зерне и зерновой массе (дыхание и прорастание зерна, развитие насекомых и микроорганизмов).

Различают неустраняемые, трудноустраняемые и легкоустраняемые запахи. К *запахам сорбции* относятся запах нефтепродуктов

(неустранимый), дымный запах (трудноустранимый), запахи эфиромасличных растений, как правило, легкоустранимые. *Запахами разложения* являются гниlostный (неустранимый), плесневый, затхлый (трудноустранимые), солодовый, амбарный и клещевой. Наличие в зерне запахов сорбции говорит о нарушениях правил обращения с зерном. Зерно с запахом нефтепродуктов и гниlostным запахом не подлежит реализации. Зерно с плеснево-затхлым и солодовым запахом реализуют соответственно с 40 %-ной и 25 %-ной скидками цены, так как из-за резкого снижения их качества возможность использования таких партий сильно ограничена. Партии зерна с другими дефектными запахами подлежат реализации на общих основаниях.

Вкус зерна без дефектов обычно пресный. Дефектное зерно, в зависимости от характера повреждения, может приобретать кислый, сладкий или горький вкус.

Определение органолептических показателей включает изучение признаков свежести зерна (внешний вид, цвет, запах, вкус), засорённости и заражённости насекомыми – амбарными вредителями.

Внешний вид и цвет зерна, его консистенция относятся к основополагающим показателям при товароведно-технологическом делении зерна на типы и подтипы, дают возможность судить о спелости зерна и его доброкачественности. В частности, для морозобойного зерна характерно изменение формы, поверхности и цвета (цвет – зелёный, белесоватый или с потемнением, тусклый, без блеска; поверхность – деформированная, с резкими морщинами).

По внешнему виду различают мягкую и твёрдую пшеницу. По форме зерно мягкой пшеницы – короткое и округлое, твёрдой – удлиненное и угловато-ребристое. У зерна мягкой пшеницы хорошо выражена «бородка» и глубокая «петля» бороздки (уходящая в глубину до середины эндосперма), у твёрдой пшеницы «бородка» слабо развита, «петля» – неглубокая. Эндосперм мягкой пшеницы – от стекловидной до мучнистой, твёрдой пшеницы – стекловидный.

Цвет зерна определяют визуально при рассеянном дневном свете либо в условиях освещения лампами накаливания, рассыпав навеску зерна тонким сплошным слоем на ровной белой поверхности. Цвет зерна записывают согласно описанию этого признака в стандартах на отдельные зерновые и зернобобовые культуры (жёлтый, янтарный, кремовый, буро-коричневый и т.д.). При характеристике типового или подтипового состава зерна пшеницы, ржи и некоторых других культур оценивают также выравненность (однородность) зерна по цвету.

Для определения цвета зерна мягкой пшеницы (и установления типа зерна) все зёрна с неясно выраженной окраской подсчитывают,

взвешивают, помещают в стакан и заливают 5 %-ным раствором едкого натра. По истечении 15 мин белозёрная пшеница приобретает отчётливую светло-кремовую окраску, краснозёрная – красно-бурую; окраску зёрен можно усилить, прокипятив их в растворе едкого натра в течение 20 мин.

Запах определяют по навеске массой 50...100 г, помещённой в фарфоровую чашку. При проявлении постороннего запаха дублируют методику определения на размолотой и подогретой пробе*. Для этого размолотую пробу помещают в чистую коническую колбу, плотно закрывают пробкой и выдерживают в течение 30 мин при температуре 35...40 °С (сухое тепло или водяная баня). Затем, открыв колбу, определяют запах зерна. При оформлении результатов анализа указывается, по какой пробе – целой или размолотой – проводилось испытание.

Определение *вкуса зерна* проводят по размолотой навеске зерна массой 50±5 г, предварительно очищенной от сорной примеси.

Размолотую пробу смешивают со 100 мл воды с получением суспензии, которую вливают в коническую колбу со 100 мл доведённой до кипения воды. Полученную смесь равномерно перемешивают и охлаждают до комнатной температуры, после чего определяют вкус.

Определение степени обесцвеченности зерна. Данный показатель определяют при заготовках и реализации товарных партий зерна пшеницы. Различают три стадии обесцвеченности зерновки. К первой относят зерновки с обесцвеченной спинкой, ко второй – с обесцвеченной спинкой и бочками, к третьей – полностью обесцвеченные зерновки. Зерновки всех стадий обесцвеченности не имеют блеска. Процентное соотношение зерновок разной стадии обесцвеченности в зерновой массе определяет её степень обесцвеченности. Анализ показателя проводят в навеске зерна массой 20 г. Просматривают каждую зерновку, оценивая стадию её обесцвеченности. Всю навеску делят на четыре фракции: нормальное зерно, зерно первой, второй и третьей стадий обесцвеченности. Каждую фракцию взвешивают и выражают в процентах к массе исходной навески.

К нормальным относят партии зерна, в которых отсутствуют зерновки третьей стадии обесцвеченности, а зерновки первой и второй стадий занимают соответственно не более 10 и 5 %. В партиях зерна первой степени обесцвеченности суммарное содержание зерновок второй и третьей стадий не должно превышать 25 %, в том числе третьей стадии – не более 2 %. Вторая степень присваивается партиям,

содержащим до 15 % зерновок третьей стадии обесцвеченности. При превышении этого показателя партии присваивается третья степень обесцвеченности.

* Если зерно сырое и не поддается размолу, то пробу предварительно подсушивают.

2.4 Определение стекловидности зерна

Задание для выполнения: определить стекловидность зерна пшеницы.

Стекловидность определяют только у зерна пшеницы и риса. Этот технологический показатель зависит от содержания и плотности «упаковывания» белковых гранул в эндосперме. Чем выше содержание белка, тем меньше воздушных пузырьков находится между белком и крахмалом в эндосперме, тем более стекловидным (прозрачным, просвечивающим в проходящем луче света) является эндосперм.

При определении стекловидности различают стекловидные, мучнистые и полустекловидные зёрна. *Стекловидными* считают зёрна с полностью стекловидным (просвечивающим) эндоспермом. *Мучнистыми* считают зёрна с полностью мучнистым (тёмным, непросвечивающим) эндоспермом. *Частично* или *полустекловидными* считают зёрна с частично мучнистым или частично стекловидным эндоспермом, в том числе стекловидные зёрна с мучнистыми пятнами.

Стекловидность зёрен устанавливают по результатам просмотра поперечного среза («вручную») либо просвета эндосперма.

Для определения стекловидности вручную из навески, очищенной от примесей, выделяют без выбора 100 зёрен. Каждое зерно разрезают поперёк бритвой и относят к той или иной группе по консистенции (просмотр среза осуществляют с помощью лупы).

Стекловидность зерна вычисляют по формуле

$$O_c = P_c + \frac{Ч_c}{2},$$

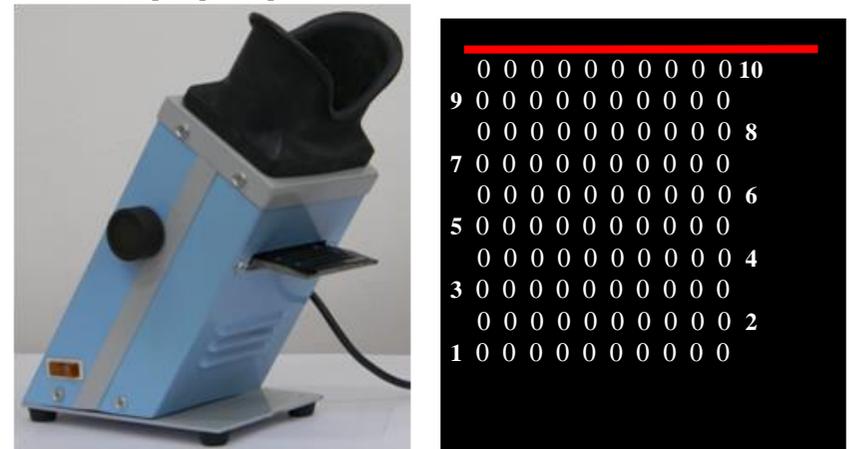
где P_c – количество полностью стекловидных зёрен, шт.;

$Ч_c$ – количество частично стекловидных зёрен, шт.

Для инструментального определения стекловидности зерна предназначен прибор *диафаноскоп* (рисунок 5), принцип действия которого заключается в подсчёте стекловидных и полустекловидных

зёрен при просвечивании исследуемого зерна направленным световым потоком.

На кассету диафаноскопа, имеющую 10 рядов по 10 ячеек (всего 100), высыпают навеску зерна массой 25 г. Совершая круговые движения кассеты в горизонтальной плоскости, достигают заполнения всех ячеек кассеты целыми зёрнами, по 1 в каждой ячейке; излишки зерна ссыпают. Далее кассету вставляют в прорезь корпуса прибора и включают источник света. При помощи боковой рукоятки кассету устанавливают в корпусе таким образом, чтобы в поле зрения бинокля был виден первый ряд ячеек с зерном; подсчитывают в этом ряду количество стекловидных и полустекловидных зёрен. Поворотом ручки перемещают кассету так, чтобы в поле зрения оказался второй ряд зёрен, и так далее.



a

б

a – прибор; *б* – кассета

Рисунок 5 – Диафаноскоп

В таблице 5 приведена характеристика зерна пшеницы разных типов при просвечивании на диафаноскопе.

Таблица 5 – Характеристика зерна пшеницы различных типов

Тип зерна	Зерна	
	полностью стекловидные	мучнистые
I	Светлые, прозрачные, просвечиваются полностью	Тёмно-коричневые или чёрные, не просвечиваются

II	Янтарного или жёлтого цвета, прозрачные, полностью просвечиваются	Тёмные, не просвечиваются
III, V	Янтарного или жёлтого цвета, прозрачные, полностью просвечиваются	Тёмные, не просвечиваются
IV	Просвечиваются полностью, более тёмные, чем I тип	Зёрна очень тёмные или чёрные, не просвечиваются

После просмотра 10-го ряда зёрен, о чём предупреждает красная полоса на кассете диафаноскопа, рассчитывают стекловидность зерна пшеницы по вышеприведённой формуле.

Стекловидность зерна риса определяют аналогичным образом, но в очищенном зерне, – после ручного или механического отделения плёнок.

2.5 Определение плёнчатости и выхода ядра для зерна крупяных культур

Задание для выполнения: определить плёнчатость и рассчитать выход ядра для зерна овса, проса или гречихи.

Плёнчатость и содержание (выход) ядра определяют для зерна крупяных культур: овса, проса, гречихи и риса. Плёнчатость не является показателем, регламентируемым стандартом, но между этой характеристикой и процентным содержанием ядра существует прямая зависимость: чем ниже плёнчатость, тем выше содержание ядра и выше выход крупы.

Плёнчатость зерна определяют шелушением двух навесок, с последующим взвешиванием плёнок и вычислением их содержания в исследуемой навеске в процентах. Для анализа берут зерно, очищенное от примесей, битых и щуплых зёрен.

При анализе овса и риса навеску массой 5 г помещают на аналитическую доску и из каждой зерновки выдавливают ядро пинцетом с плоскими концами. Выдавливать ядро начинают с зародышевого конца зерновки, сохраняя целыми плёнки и ядро. Плёнки собирают и взвешивают с точностью до 0,01 г.

Для определения плёнчатости проса берут две навески массой по 2,5 г. Навески анализируют по отдельности следующим образом: навеску высыпают в фарфоровую ступку, на дно которой помещён кусок тонкой металлической сетки; пестик обтягивают такой же сеткой.

Пестиком производят 40–60 круговых движений по зёрнам, избегая их раздавливания. По окончании шелушения навеску просеивают через сито с отверстиями размером 1,4×20 мм либо 1,2×20 мм. Оставшиеся нешелушённые зёрна вновь помещают в ступку, шелушат и плёнки присоединяют к ранее отделённым. Операцию повторяют до полного отделения плёнок.

У гречихи плёнчатость также определяют по двум навескам массой по 2,5 г. Плёнки отделяют вышеописанным способом либо с помощью пинцета и препаровальной иглы.

Плёнчатость, %, рассчитывают по формуле

$$П = \frac{m_n \cdot 100}{m_n},$$

где m_n – масса плёнок, г;

m_n – масса навески, г.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое из двух определений, округляя до 0,1 %.

Содержание ядра, %, вычисляют по формуле

$$Я = \frac{[100 - (C_n + Z_n)] \cdot (100 - П)}{100} + 0,7 \cdot Z_n,$$

где C_n – сорная примесь, %;

Z_n – зерновая примесь, % (для зерна овса включает щуплые зёрна);

$П$ – плёнчатость, %;

0,7 – коэффициент использования зерновой примеси.

По результатам определения стекловидности и плёнчатости зерна сделать заключение о его технологических качествах.

3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЧАСТИ 1

1. Что понимают под товарной партией зерна?
2. Определение видового состава зерновой смеси и расчёт содержания её компонентов.
3. Каков состав зерновой массы?
4. Виды классификации зерновых культур.
5. Основные морфологические признаки-различия зерна типичных хлебных и просовидных злаков.
6. Опишите особенности морфологического строения зерна гречихи.
7. Из каких анатомических частей состоит зерновка злаковых культур?
8. Каков химический состав зародыша зерна?
9. Что представляют собой оболочки зерна, каков их химический состав?
10. Что представляет собой алейроновый слой и эндосперм зерна, каков их химический состав?
11. Дайте сравнительную характеристику строения и пищевой ценности зерна ржи и пшеницы.
12. Какими физическими свойствами характеризуется зерновая масса как объект хранения?
13. Биохимические процессы, протекающие в зерне при хранении.
14. Охарактеризуйте порядок отбора проб и оценки качества партий зерна.
15. Назовите общие показатели качества зерна.
16. Перечислите показатели качества зерна, определяемые физико-химическими методами.
17. Что такое «стекловидность» и у каких зерновых культур определяется этот показатель?
18. Что такое «натура»? От чего зависит этот показатель и как он определяется?
19. Что подразумевается под понятием «засорённость зерна»? Что относят к сорным примесям?
20. Назовите основные товароведно-технологические показатели качества зерна.
21. В каком случае определяются дополнительные показатели качества зерна?
22. Назовите основные виды амбарных вредителей и вредной примеси.

ЧАСТЬ 2. МУКА

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Мука – это порошкообразный продукт, получаемый путём размола зерна хлебных злаков, гречихи или бобовых культур. Муку используют для производства хлебобулочных, бараночных, сухарных, макаронных и кондитерских изделий, пищевых концентратов.

Технологический процесс переработки зерна в муку представляет собой определенную совокупность методов, приёмов и операций. Этот процесс характеризуется большой сложностью в структурном построении и ведении.

При измельчении зерна меняются его свойства, повышается влагопоглощательная и сахаробразующая способность. По сравнению с зерном, в муке меньше липидов, минеральных веществ и витаминов. Изменяется содержание белка и клетчатки, увеличивается содержание крахмала.

1.1 Классификация и ассортимент муки

Классификация муки предусматривает её деление на виды, типы и сорта по основным свойствам, характеризующим биохимическую и физическую природу муки, её пищевую и потребительскую ценность. Эти свойства определяются составом и строением образующих муку частиц, а также её потребительскими качествами.

Вид муки определяется анатомическими особенностями зерна и получает наименование в зависимости от культуры (таблица 6).

К основным видам муки относят пшеничную и ржаную, ко второстепенным – ячменную, кукурузную, соевую; незначительное распространение получили мука гречневая, овсяная, гороховая и рисовая. Наряду с мукой, получаемой из зерна одной культуры, производят муку из смеси зерна разных культур (например, из смеси ржи и пшеницы).

В пределах вида различают *типы* муки, которые определяются особенностями её физико-химических свойств и технологических достоинств. Соответствие потребительских свойств муки каждого типа её целевому назначению и придание муке надлежащих свойств достигается подбором сырья и характером его обработки, применяемой для получения продукта заданной структуры и состава.

Сорт муки является самой важной классификационной категорией муки, характеризующей её товароведно-технологические качества. Сорт муки, в основном, определяется количественным соотношением содержащихся в ней различных тканей зерна.

Таблица 6 – Классификация и ассортимент муки

Вид	Тип	Сорт
Пшеничная	Хлебопекарная	Экстра, высший, крупчатка, первый сорт, второй сорт, обойная
	Макаронная	Высший (крупка), первый (полукрупка), второй
Ржаная	Хлебопекарная	Сеяная, обдирная, обойная
Гречневая	Диетическая	Односортная
Ячменная	Кулинарная	Односортная и типа обойной
Кукурузная	Кулинарная	Тонкого и крупного помола типа обойной
Соевая	Пищевая: обезжиренная, полуобезжиренная, необезжиренная	Высший, первый
Гороховая	Кулинарная	Односортная
Рисовая	Диетическая	Односортная

Мука высших сортов представляет собой измельчённую в различной степени внутреннюю часть эндосперма зерна. Мука средних сортов, кроме измельчённого эндосперма, содержит в небольшом количестве оболочечные частицы, а мука низких сортов – значительное количество измельчённых оболочек, алейронового слоя и зародыша. Поэтому мука разных сортов отличается по многим признакам: цвету, зольности, содержанию клетчатки и других веществ, неравномерно распределённых в тканях зерна.

1.2 Химический состав и пищевая ценность муки

Природа зерна, сорт и технологический режим помола обуславливают *химический состав* муки (Приложение Г, таблица Г.1).

Основную массу сухих веществ муки составляют *углеводы*, их общее содержание достигает 80 % и более. Углеводы муки представлены в основном крахмалом – до 75 % и более. Остальные

углеводы представлены сахарами, гемицеллюлозами (пентозаны и гексозаны), гумми-веществами (слизи) и клетчаткой. Из растворимых углеводов в муке содержатся декстрины, сахароза, мальтоза, глюкоза и фруктоза. Их высокое содержание является отрицательной характеристикой муки (например, повышенное содержание мальтозы указывает на то, что мука была получена из проросшего зерна).

Содержание *белков* различно в муке разных сортов. Причины этого заключаются в том, что периферийные части зерна богаче ими, чем центральная часть эндосперма. Способность белков муки к набуханию, образованию клейковины и пептизации зависит от их фракционного состава. Белки пшеничной муки хорошо набухают и образуют связную эластичную клейковину. Белки ржаной муки, напротив, набухают неограниченно, пептизируют и дают вязкую, малоэластичную, крошащуюся клейковину. Белки ячменной муки образуют связную, но менее эластичную массу, чем белки пшеницы. Белковые вещества кукурузной, гречневой и овсяной муки набухают слабо, без образования клейковины и связного теста.

Для оценки пищевого достоинства муки большое значение имеет аминокислотный состав белков, особенно содержание незаменимых аминокислот (таблица 7). Для всех видов муки соотношение незаменимых аминокислот отличается от оптимального. Особенно часто наблюдается дефицит лизина, метионина и триптофана.

Таблица 7 – Аминокислотный состав белков основных видов муки

Вид муки	Содержание аминокислот, % к общему азоту								
	триптофан	лизин	метионин	валин	лейцин	изолейцин	фенилаланин	треонин	гистидин
Пшеничная обойная	1,1	2,9	1,5	4,1	6,5	3,4	3,8	2,1	2,3
Ржаная обойная	1,2	4,1	1,7	4,5	6,1	3,3	3,2	3,1	2,4
Кукурузная	0,6	2,5	3,0	4,6	21,5	3,6	4,5	3,6	2,4
Ячменная	1,1	3,2	1,2	4,9	6,6	4,1	4,8	3,0	1,4
Рисовая	1,3	3,0	3,4	6,3	10,5	–	5,6	3,8	1,0
Гречневая	2,2	6,7	1,9	5,6	6,2	3,8	4,2	4,0	3,3
Соевая	2,2	6,0	0,9	4,6	сумма 13,8		4,8	5,0	4,4
Гороховая	2,5	6,2	0,8	3,8	сумма 13,0		4,3	4,7	3,1

Слизи (гумми-вещества) обладают повышенной водопоглощительной способностью и обуславливают вязкую структуру теста и более высокую влажность хлеба.

Липиды содержатся в муке всех видов (кроме соевой) в относительно небольших количествах, но заметно влияют на качество продуктов. Из *витаминов* мука содержит в основном витамины В₁, В₆, В₁₂, РР, Е, Н и биотин.

Минеральные вещества находятся в муке в виде неорганических солей, а также входят в состав белков, липидов, ферментов и других веществ. В муке большинства видов мало железа, в пшеничной и ржаной муке мало кальция. Зерно содержит обычно от 1,7 до 2,2 % минеральных веществ, которыми богаты оболочки, зародыш и алейроновый слой, в ядре минеральных веществ очень мало, как следствие, их меньше в муке высших сортов и больше в муке низших сортов.

Находящиеся в муке *ферменты* обуславливают все биохимические процессы: гидролиз жиров, белков, углеводов, осахаривание крахмала и т.д. Ферменты играют большую роль в хранении муки и продукции из неё.

Наряду с содержанием основных питательных веществ, пищевая ценность муки определяется калорийностью и усвояемостью. В муке пшеничной высшего сорта усвояемость углеводов достигает 96 %, белков – 85 %, жира – 93 %; в муке пшеничной обойной и других видах муки (ячменной, кукурузной, ржаной) углеводов – 94 %, белков – 75 % и жира – 92 %. Эти величины являются средними и варьируют в зависимости от вкусовых качеств пищи и других факторов.

1.3 Товароведная характеристика основных и второстепенных видов муки

Свыше 68 % всей продукции мукомольной промышленности приходится на долю *пшеничной муки*, основную часть которой составляет мука хлебопекарная (в том числе мука для кондитерской промышленности и розничной торговли) и меньшую – макаронная.

Хлебопекарную муку получают из зерна мягкой пшеницы (или с добавлением твёрдой не более 20 %) в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52189-2003. Такую муку подразделяют на шесть сортов: экстра, высший, крупчатку, первый, второй, обойную. Товарные сорта различаются строением частиц, химическим составом, пищевой ценностью, цветом и другими особенностями.

Пшеничная хлебопекарная мука высших сортов даёт мягкое эластичное тесто и пышный мелкопористый хлеб со светлым мякишем.

Она отличается средним содержанием белка и выходом сырой клейковины нормальной эластичности и растяжимости, высоким содержанием крахмала и достаточной сахарообразующей способностью.

Некоторые товароведно-технологические показатели качества пшеничной хлебопекарной муки представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Характеристика и нормы пшеничной хлебопекарной муки

Наименование показателя	Характеристика и норма для сортов муки					
	экстра	высшего	крупчатки	первого	второго	обойной
Цвет	Б е л ы й					
	или белый с кремовым оттенком	или кремовый с желтоватым оттенком	или белый с желтоватым оттенком	с желтоватым оттенком	с сероватым оттенком	с сероватым оттенком с частицами оболочек
Запах	Без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый					
Вкус	Без посторонних привкусов, не кислый, не горький					
Минеральная примесь	При разжевывании муки не должно ощущаться хруста					
М.д. влаги, %, не более	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
М.д. золы, %, не более	0,45	0,55	0,60	0,75	1,25	2,00
М.д. сырой клейковины, %, не менее	28,0	28,0	30,0	30,0	25,0	20,0

Мука для макаронного производства существенно отличается от хлебопекарной. Такая мука производится из эндосперма твёрдой или высокостекловидной мягкой пшеницы и обладает крупчатой структурой, высоким содержанием белка и большим выходом светлой эластичной клейковины. Указанные свойства муки обеспечивают получение макаронных изделий, не клейких в сваренном виде.

Муку из твёрдой пшеницы для производства макаронных изделий, в соответствии с ГОСТ Р 52668-2006, подразделяют на следующие сорта: высший (крупка), первый (полукрупка) и второй (таблица 9).

Макаронная мука из мягкой пшеницы содержит больше крахмала и меньше растворимых веществ. Изделия из неё получаются белого

цвета и менее стекловидные. По внешнему виду такие макароны практически не уступают изделиям из твёрдой макаронной муки, но дают более мутный отвар, а сваренные изделия получаются более клейкими. Для макаронного производства используют муку только высшего и первого сортов. Мука второго сорта применяется как улучшающая добавка к обычной хлебопекарной муке.

Таблица 9 – Характеристика и нормы макаронной муки

Наименование показателя	Характеристика и норма для сортов муки		
	высшего (крупка)	первого (полукрупка)	второго
Цвет	Светло-кремовый с жёлтым оттенком	Светло-кремовый	Кремовый с желтоватым оттенком
Запах	Без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый		
Вкус	Без посторонних привкусов, не кислый, не горький		
Минеральная примесь	При разжёвывании муки не должно ощущаться хруста		
М.д. влаги, %, не более	15,5	15,5	15,5
М.д. сырой клейковины, %, не менее	26	28	25
М.д. золы*, %, не более	0,9	1,2	1,9
Кислотность, °Н, не более	3,0	3,0	5,0
*Зольность – в пересчёте на абсолютно-сухое вещество (а.с.в.)			

Ржаная мука производится по ГОСТ Р 52809-2007 только одного типа – хлебопекарная, товарных сортов: сеяная, обдирная, обойная и особая (таблица 10).

Таблица 10 – Характеристика и нормы ржаной хлебопекарной муки

Наименование показателя	Характеристика и норма для муки сортов			
	сеяной	обдирной	обойной	
Цвет	Белый с кремоватым или оттенком сероватым	Серовато-белый или серовато-кремовый с оболочками зерна	Серый с частицами оболочек зерна	Белый с сероватым оттенком
Запах	Без посторонних запахов, незатхлый, неплесневый			
Вкус	Без посторонних привкусов, не кислый, негорький			

Наличие минеральной примеси	При разжёвывании муки не должно ощущаться хруста			
М.д. влаги, %, не более	15,0	15,0	15,0	15,0
М.д. золы, %, не более	0,75	1,45	2,00	1,15

Одной из наиболее важных особенностей ржаной муки является наличие большого количества водорастворимых веществ, в том числе растворимых белков, углеводов и слизей. Белки ржаной муки в обычных условиях не образуют клейковину, которую можно отделить от остальных веществ. Они обладают более благоприятным аминокислотным составом, чем белки пшеничной, и вместе с растворимыми углеводами и слизями образуют вязкие коллоидные растворы, составляющие непрерывную фазу ржаного теста.

Муку прочих видов – кукурузную, ячменную, гречневую, соевую, гороховую и рисовую – вырабатывают в весьма ограниченном количестве, преимущественно для изготовления местных видов хлебных изделий или специальных продуктов (детского питания и пищевых концентратов, в частности, сухих заправочных соусов). Химический состав этих видов муки приведён в таблице Г.1.

Соевая мука. Этот вид муки производят в значительном количестве и используют для получения соевого белка, блинной муки, применяют в хлебопечении, в кондитерской промышленности и т.д.

В зависимости от сырья, из которого она изготовлена, соевую муку подразделяют на типы: *необезжиренная*, её вырабатывают только дезодорированную, обработанную паром для удаления пахучих веществ зерна; *полуобезжиренная*, получаемая из соевого жмыха; *обезжиренная*, получаемая из соевого шрота. По качеству муку делят на два сорта – высший и 1-й, в зависимости от содержания клетчатки (от 3,5 % – высший сорт необезжиренной муки – до 5 % – первый сорт других типов).

Кукурузная мука. В зависимости от нумерации сит, применяемых для выделения муки, и количества отрубей (оболочек) различают следующие сорта: мука тонкого помола, крупного помола и обойная. Самостоятельно в хлебопечении кукурузная мука не используется, только в качестве примеси к пшеничной, однако кукурузная мука вызывает уменьшение пористости и быстрое очерствение мякиша. Её применяют также в кондитерском (для выпечки печенья, пудингов и т.д.) и крахмалопаточном производстве, а также в пивоварении.

Ячменная мука. Особенности ячменной муки являются способность её белков образовывать связную клейковину (поэтому из неё можно приготовить пористый хлеб), а также быстрое старение крахмала мякиша, (поэтому ячменный хлеб быстро черствеет). Ячменную муку используют только как добавку к ржаной или пшеничной муке. Ячменная мука обладает активными осаживающими ферментами и представляет определённую ценность в связи с повышенным содержанием витаминов В₁, В₂ и РР.

В связи с мировой тенденцией снижения хлебопекарных достоинств зерна и муки широкое распространение получило использование *улучшителей* с определенными функциональными свойствами. Муку улучшают за счёт ввода в неё широкого ассортимента пищевых добавок. Вместе с тем в некоторых странах, таких, как Франция и Дания, существует ряд ограничений: ко вводу в пшеничную муку разрешена лишь сухая клейковина, соевая мука, солодовая мука и грибные амилазы.

Улучшители окислительного действия (аскорбиновая кислота и бромат калия; дозировка – 2...5 г на 100 кг муки) применяют в основном те мукомольные предприятия, которые обеспечивают созревание муки перед реализацией. Такие улучшители укрепляют клейковину, улучшают стабильность теста при брожении, увеличивают объём выпекаемого хлеба.

В нашей стране используется целый ряд *ферментных препаратов*, улучшающих хлебопекарные свойства пшеничной и ржаной муки, а также муки, применяемой в кондитерском производстве. В этом качестве могут использоваться ферментативноактивное растительное сырьё, например, обладающее окислительным действием (аскорбиновая кислота и др.), которое, окисляясь, способствует укреплению клейковины; вещества, содержащие ферменты в активном состоянии (солод, соевая мука); ферментативные препараты. Например, препарат «Альфамальт» (10...50 г на 100 кг муки) улучшает качество хлеба, кондитерских изделий.

Комплексные улучшители муки. В России мало выращивают пшеницы с высоким содержанием клейковины, в отдельные годы большие объёмы зерна пшеницы поражает клоп-черепашка. Для улучшения выработанной из такого зерна муки используют препарат типа «ЭМЦЕ» (500–1000 г на 100 кг муки). Улучшенная таким образом мука может быть использована в хлебопечении.

Некоторые мельзаводы используют *сухую клейковину* для доведения вырабатываемой пшеничной муки до показателей высшего

сорта. Массовое использование сухой клейковины сдерживается её дороговизной. Наряду с использованием сухой клейковины, промышленное применение находит *высокобелковая мука*. Эта мука может быть приготовлена из пшеницы, ржи и других культур с учётом особенностей строения и химического состава эндосперма. В высокобелковой муке содержится 20...25 % белка (против 12...14 % в обычной хлебопекарной). Количество сырой клейковины в такой муке достигает 50...60 %, клейковина очень упругая, с короткой растяжимостью. При добавлении высокобелковой муки в количестве до 10 % к муке второго сорта значительно улучшаются хлебопекарные свойства последней. Высокобелковая мука предназначена для улучшения хлебопекарной муки невысокого качества, производства макаронных и слоёных изделий, формования новых сортов муки диетического назначения.

Для улучшения сыпучести муки, повышения её водопоглотительной способности и предотвращения пылеобразования применяют *агломерацию*. Для этого муку пропускают через воздушную завесу со взвешенными частицами воды, а затем сушат воздухом.

На некоторых мукомольных предприятиях муку *отбеливают*. В качестве отбеливающего вещества чаще всего используют пероксид бензола, в виде порошка. В течение двух суток препарат обесцвечивает пигменты хлебопекарной муки. Муку для выпечки кондитерских изделий обрабатывают газообразным хлором, который мгновенно разрушает пигментацию – мука становится очень белой. Кроме этого, кондитерские изделия с большим содержанием сахара невозможно приготовить из муки, не обработанной хлором.

Фортификация муки. По данным ООН, в 50 странах мира действуют программы по обогащению хлебопекарной муки витаминами и минеральными веществами. Обогащению подвергают пшеничную муку высших товарных сортов, утратившую в процессе производства большую часть витаминов (тиамин, рибофлавин, ниацин). В пшеничную муку высшего и первого сортов и ржаную сеяную вводят (в г на 100 г муки) витамины: тиамин (В₁) – 0,4; рибофлавин (В₂) – 0,4; никотин-амид (РР) – 2. Для профилактики анемии добавляют железо.

Перспективным является производство мучных смесей и муки, обогащённой пищевыми волокнами (добавление пшеничных отрубей, гороховых отрубей, пивной дробины). *Монокомпонентные мучные смеси* формируют на основе разной по качеству муки, выработанной из зерна одного вида, например, пшеницы. Формирование такой муки происходит по одному признаку, например, по содержанию клейковины.

Многокомпонентные мучные смеси. При формировании таких мучных смесей необходимо иметь большое количество обособленных бункеров для разной по качеству муки и компонентов, которые необходимо вводить в общий поток, формирующий муку с заданными свойствами. Чем больше таких ёмкостей, тем шире возможности мельзавода по формированию смесей. На мельзаводе, производящем хлебопекарную пшеничную муку, направляя на размол разную по качеству пшеницу, можно в течение смены или суток сформировать несколько потоков муки с разным содержанием клейковины, различной белизной и зольностью.

При наличии дозаторов под каждым бункером и смесителями можно получать и направлять на выбой муку с любыми заданными свойствами.

1.4 Основные стадии технологии производства муки

Получение муки (в самом упрощённом варианте) включает следующие этапы.

1) Подготовка зерна к помолу:

- составление помольных партий зерна;
- очистка зерна от примесей, обработка поверхности зерна;
- мойка и гидротермическая обработка зерна (при сортовых помолах).

2) Помол зерна:

- измельчение зерна и промежуточных продуктов (собственно помол зерна);
- сортирование продуктов измельчения.

3) Формирование сортов муки.

4) Контроль качества муки.

5) Расфасовывание и упаковывание.

6) Хранение и реализация.

Подготовка зерна к помолу. На подготовительном этапе проводят смешивание партий зерна разного качества, очистку зерна от примесей и очистку его поверхности, гидротермическую обработку. Принципиальная схема технологических процессов очистки и подготовки зерна к помолу представлена в Приложении Д, на рисунке Д.1.

Составление помольных партий зерна имеет большое значение для получения качественной муки и заключается в смешивании зерна с различными технологическими свойствами, различных районов

произрастания, типов и подтипов, зерна нового и семенного урожая, нормального и пониженного качества, зерна яровой и озимой пшеницы. Обычно помольную партию составляют из 3-х или 4-х исходных партий зерна. Рецептуру смешивания устанавливают, исходя из требований, предъявляемых к данному типу и сорту муки.

Немалую роль играет составление помольных партий в случае использования на продовольственные цели неполноценного зерна (проросшего, низкоклейковинного и т.д.). Добавляемое к основной партии в небольшом количестве такое зерно не влияет существенно на качество получаемой муки. Не допускается к использованию для составления помольных партий испорченное (загнившее или заплесневелое) зерно.

Очистка зерна от примесей. Зерновая масса неоднородна: кроме полноценных зёрен основной культуры, в ней всегда содержатся разнообразные примеси, попавшие в зерно при уборке, обмолоте, транспортировании и хранении. Примеси снижают продовольственную ценность зерна и зернопродуктов, их стойкость при хранении.

Для очистки зерна от примесей, отличающихся размерами и аэродинамическими свойствами, применяют *ситовое и аэродинамическое* сепарирование. Зерновую массу очищают, последовательно просеивая на ситах и продувая его восходящим потоком воздуха. Этим способом полностью удаляются крупные примеси (камни, земля, песок) и не менее 65 % сорных примесей.

После воздушной сепарации проводят разделение компонентов сыпучих смесей путем *вибрационно-пневматического сепарирования*, т.е. разделением компонентов смеси в условиях аэрации восходящим потоком воздуха в сочетании с колебаниями сортирующей поверхности. Отделяются мелкие камни, стёкла и т.п., сходные по размерам с зерном и поэтому не отделенные на сепараторах, и низконатурные, малоценные компоненты зерна и легкие примеси.

На многих этапах мукомольного производства из зерна и продуктов его измельчения удаляют металломагнитные примеси.

Примеси, не схожие с зерном по форме (семена куколя, овсюга и др., см. рисунок Б.1), отделяют на триерах, рабочими органами которых являются вращающиеся барабаны или диски с ячейками на их поверхности.

Обработка поверхности зерна проводится сухим и мокрым способами.

Сухая обработка необходима для удаления с поверхности зерна минеральных загрязнений и микроорганизмов, бородачки, а также для

небольшого лёгкого шелушения – надрыва и частичного удаления плодовой оболочки и зародыша. В основе этой операции лежит трение зерна о зерно и различные рабочие поверхности машин.

Мойка в воде более эффективно очищает поверхность зерна, чем сухая обработка, однако она не нарушает целостности оболочек. Вода смывает минеральные частицы и микроорганизмы; тяжёлые минеральные примеси оседают на дно моечной ванны, а лёгкие – всплывают и удаляются с потоком воды.

При сортовых помолах зерна качество муки повышают путём его **гидротермической обработки. Кондиционирование** (гидротермическая обработка) включает в себя увлажнение, тепловую обработку и отволаживание зерна. В результате такого воздействия в зерне протекают сложные структурно-механические и биохимические изменения, ослабляются связи между эндоспермом и оболочками. Всё это в совокупности облегчает отделение плодовых и семенных оболочек зерна с минимальными потерями эндосперма. Вследствие воздействия тепла на белковый комплекс увлажненного зерна улучшаются хлебопекарные качества получаемой муки. В результате увеличивается объёмный выход хлеба, мякиш становится более светлым, лучше и равномернее разрыхленным, улучшаются его вкус и аромат.

В зависимости от качества исходного зерна применяют различные способы кондиционирования: холодное, горячее, скоростное.

При *холодном* кондиционировании зерно увлажняют водой температурой 18...20 °С и подогретой до 35 °С и оставляют на отволаживание в течение 12...14 ч. Холодное кондиционирование применяют для обработки зерна, содержащего клейковину с малой растяжимостью.

Если зерно содержит слабую клейковину, то для её укрепления необходимо уменьшить активность ферментов, в этом случае используют *горячее* кондиционирование. Увлажненное зерно выдерживают в кондиционерах при температуре 55...60 °С с последующим охлаждением, а затем направляют в бункеры для отволаживания, которое длится меньше, чем при холодном кондиционировании.

При *скоростном* кондиционировании зерно пропаривают, выдерживают в нагретом состоянии при температуре от 45 до 60 °С, моют холодной водой и направляют на отволаживание в течение 3 ч.

Непосредственно перед помолом поверхность зерна дополнительно увлажняют, чтобы увеличить влажность оболочек и

полнее их отделить от эндосперма. Влажность зерна перед помолом должна составлять 15,5...16,5 %.

Помол зерна и формирование сортов муки. Помол зерна состоит из двух операций:

- измельчение зерна и промежуточных продуктов (собственно помол зерна),
- сортирование продуктов измельчения (просеивание продуктов помола).

Помол зерна, или превращение его в муку, осуществляется различно в зависимости от способа переработки.

Различают помолы разовые и повторительные.

Разовые помолы – обойные, когда зерно за один приём полностью измельчают в муку вместе с оболочками. Мука отличается низким качеством, имеет тёмный цвет, неоднородна по размеру частиц. Для улучшения качества муки разового помола из неё путём просеивания отбирают некоторое количество крупных оболочек (отрубей). Разовые помолы осуществляют на молотковых дробилках и имеют ограниченное применение.

Повторительные помолы более совершенны, зерно измельчают в муку путём многократного прохождения его через измельчающие машины, при этом после каждого измельчения продукт сортируют в просеивающих машинах.

Повторительные помолы могут быть *простыми* и *сложными* (сортовыми). Различная степень измельчения зерна оказывает влияние на размер, структуру, физико-химические и биохимические свойства продукта.

Простой (обойный) повторительный помол проводится на нескольких (3...4) вальцовых станках, после каждого станка смесь просеивают и отбирают муку в виде прохода с нижнего сита. Более крупные сходы с сит направляют на следующую пару вальцов. Такую операцию повторяют до тех пор, пока все частицы не превратятся в муку (размер частиц менее 0,16 мм).

Муку со всех рассевов объединяют, подвергают контрольному просеиванию и получают муку **одного сорта**. В муку растирают все анатомические части зерновки, поэтому её общий выход составляет от 95 % до 97 % от массы зерна. Простой, или обойный, помол применяют для получения обойной муки из пшеницы, ржи и тритикале. Принципиальная схема обойного помола приведена на рисунке Д.2.

Сложные (сортовые) повторительные помолы могут быть без обогащения крупок (например, для получения ржаной сеяной муки с выходом 63 %) и с обогащением крупок (для получения сортовой

муки). *Крупками* называются частицы размером от 0,31 до 1,0 мм, *дунстами* – частицы размером от 0,16 до 0,31 мм. Торговые помолы отличаются тем, что процесс помола разделён на отдельные этапы. Принципиальная схема сортового помола приведена на рисунке Д.3.

Сортирование крупок и дунстов по добротности (т.е. отделение частиц, богатых эндоспермом, от частиц с высоким содержанием отрубей) называют **процессом обогащения**.

При сложном помоле с обогащением крупок очистку и кондиционирование зерна ведут по развёрнутой схеме. Затем зерно дробят на сравнительно крупные части на нескольких драных системах, например на шести. После просеивания верхний сход с первой системы идет на вальцовый станок второй системы, верхний сход со второй системы направляют на вальцовый станок третьей системы и т.д. С последней драной системы верхний сход является отрубями. Крупки и дунсты, отбираемые со средних сит отсева, направляют на обогащение. Проходы со всех сит соединяют и получают муку первого или второго сорта.

При сложных помолах в драном процессе стремятся с первых трех-четырех систем получить как можно больше крупок и меньше муки. Крупки и дунсты, получаемые на этих системах, характеризуются малой зольностью (0,5...1 %) и называются продуктами первого качества в отличие от крупок и дунстов второго качества, отбираемых на последующих драных системах и имеющих более высокую зольность (1...1,3 %).

Обогащение смеси крупок и дунстов ведут по крупности (размеру частиц) и качеству (массе) на ситовечных машинах, основным рабочим органом которых является сортировочное сито, разделенное на секции. Каждая секция имеет сито с определенными размерами ячеек. Через сито снизу вверх подается воздух. Сквозь первые самые мелкие сита проходят наиболее качественные крупки, богатые эндоспермом (тяжёлая крупка), которые затем идут на первые размольные системы и дают муку высших сортов. Крупки, содержащие большое количество оболочек, как более лёгкие, отделяются на последующих ситах.

Дополнительно крупки подвергают шлифовке (повторному дроблению), просеиванию и обработке на ситовечных машинах для отделения остатков оболочек (отрубей) и зародыша. Только после такой обработки они направляются на последующие размольные системы, образуя муку более низких сортов. Количество размольных систем примерно в два раза больше числа драных. С последних драной

и размольной систем отбирают отруби, которые подвергают вымолу, выделяя при этом некоторое количество муки более низких сортов.

Формирование сортов муки. Сложный помол с обогащением крупок позволяет выпускать муку различных сортов. При развитой схеме сортового помола получают от 16 до 34 потоков муки разного качества. Потоки муки отличаются разным строением частиц, соотношением массы эндосперма и оболочек и в силу этого разным химическим составом, цветом и т.д. Для получения муки определённых товарных сортов промежуточные потоки объединяют в три, два или один товарный сорт.

Если муку со всех драных и размольных систем пропустить через единый контрольный рассев, то получают *односортную* муку, помол в этом случае называется *односортным*. Например, можно получить пшеничную муку первого сорта 72 %-ного выхода, 85 % – второго сорта, 70 % – высшего сорта.

Односортные помолы ржи дают 63 % сеяной или 87 % обдирной муки. Для тритикале эти значения составляют 70 % и 87 %, для некоторых сортов тритикале показана целесообразность переработки по типу размолы пшеницы.

Можно получить муку двух сортов, в этом случае помол называется *двухсортным*. В этом помоле фракции муки, отбираемые с первых размольных систем, будут составлять муку первого сорта, её отбирают в количестве 40 %, остальные 38 % будут представлять муку второго сорта. Общий выход муки составит 78 %. Двухсортный помол ржи и тритикале позволяет получить одновременно сеяную и обдирную муку с выходом 15 % и 65 % соответственно.

Можно такое же количество муки (78 %) при сложном помоле разделить на три сорта, тогда подобный помол будет называться *трёхсортным*. Например, в высший сорт можно направить 25 % муки, в первый сорт – 40 % и во второй сорт – 13 %.

При дроблении зерна ржи образуется в основном крупка. Полученные фракции измельчают отдельно на 2...3 размольных системах, обеспечивающих получение примерно половины муки.

Количественное соотношение муки различных сортов при разных помолах не одинаково: оно зависит от применения различных режимов помола и от принятой системы формирования товарных сортов муки.

Хранение и реализация муки. Свежесмолотую муку в хлебопечении не используют, так как из неё получается некачественный хлеб (малого объёма, пониженного выхода и т.д.). Поэтому свежесмолотая мука должна пройти *отлёжку* в

благоприятных условиях, называемую *созреванием*. В результате улучшаются её хлебопекарные свойства.

Пшеничная сортовая мука созревает при комнатной температуре 1,5...2 мес., а обойная – 3...4 недели. Созревание ржаной муки длится 2...4 недели при тех же условиях, что и пшеничной, при этом в ней протекают те же процессы.

Хранят муку в сухих, хорошо проветриваемых, не заражённых вредителями хлебных запасов помещениях, соблюдая санитарные правила. Рекомендуется хранить при температуре не выше 15 °С и относительной влажности воздуха 60...70 %, сортовую пшеничную муку 4...8 мес., ржаную сортовую муку – 4...6 мес., кукурузную и соевую недезодорированную – 3...6, соевую дезодорированную – 12 мес. При низких температурах (около 0 °С и ниже) срок хранения муки продлевается до двух лет и более.

Основные физико-химические и биохимические процессы, происходящие при хранении муки, которые тесно связаны с изменением её влажности и температуры, – созревание и старение, а при неблагоприятных условиях – прогоркание, самосогревание, плесневение, сорбция пахучих паров и газов. Кроме того, возможно поражение муки амбарными вредителями.

Старение муки – это необратимый процесс, сопровождающийся резким уменьшением способности белков к набуханию, снижением растворимости и перевариваемости белка, а при глубоких процессах – невозможностью отмывки клейковины и получения связного теста. Титруемая кислотность муки при этом резко возрастает, мука становится пригодной только для технических целей.

Прогоркание муки возникает в результате самосогревания. При этом происходит разложение липидов, которые быстро прогоркают. Самосогревание муки возникает при её увлажнении в результате действия окислительно-восстановительных ферментов. Поражение муки амбарными вредителями делает её не пригодной для пищевых целей. Наиболее часто муку поражают следующие вредители: бабочки и их гусеницы (зерновая и амбарная моль, мельничная огнёвка); жуки и их личинки (хрущак большой и малый, рыжий мукоед); долгоносик амбарный; паукообразные клещи (см. рисунок Б.2).

Перед реализацией проводится просеивание муки для отделения случайно попавших примесей. При фасовании на упаковке указываются вид и сорт муки, дата и смена выработки, наименование предприятия-изготовителя, номер стандарта, регламентирующего качество продукта. Если мука обогащена витаминами, это также указывается на упаковке. Кроме этого, обязательно указываются влажность и зольность муки.

1.5 Машинно-аппаратурная схема линии мукомольного производства

Суть переработки зерна в муку заключается в том, чтобы с помощью механического воздействия удалить плодовые и семенные оболочки, алейроновый слой, зародыш, а оставшуюся часть зерна (главным образом эндосперм) раздробить для получения частиц разной степени крупности.

В Приложении Д приведены принципиальные и машинно-аппаратурная схемы технологических процессов мукомольного производства.

1.5.1 Характеристика комплексов оборудования

Линия начинается с комплекса оборудования для подготовки зерна к помолу, в состав которого входят силосы, регулирующие и транспортные устройства для хранения и формирования помольных партий зерна; машины и аппараты для отделения примесей, отличающихся от зерна геометрическими размерами, формой, плотностью, магнитными и другими свойствами; машины и аппараты для гидротермической и механической обработки поверхности зерна; устройства для дозирования и контроля качества зерна.

В состав линии входят 4...5 крупнообразующих (драных) комплексов оборудования, каждый из которых содержит магнитные сепараторы, вальцовые станки, рассевы и ситовые машины. По ходу технологического процесса от первого до последнего комплекса крупность обрабатываемых частиц уменьшается. Мелкие фракции продуктов измельчения подвергают вымолу в бичевых щеточных машинах.

Ведущими являются 9...12 размольных комплексов оборудования, включающих магнитные сепараторы, вальцовые станки, деташеры (или энтолейторы) и рассевы. Первый, второй и третий комплексы по ходу технологического процесса предназначены для получения муки высшего сорта. В комплексах с четвертого по шестой получают муку высшего и первого сорта. Последующие комплексы размольного оборудования обеспечивают получение муки первого и второго сорта.

Деташер (рисунок Д.4) предназначен для дополнительного измельчения промежуточных продуктов размола после вальцовых станков 1–2-й шлифовочных и 4–11-й размольных систем с шероховатой рабочей поверхностью вальцов. Деташер состоит из корпуса, ротора с находящимися на нём диском и шнеком, приёмного отверстия. Технологический процесс обработки в деташере

осуществляется следующим образом: после вальцового станка продукт самотёком или через систему пневмотранспорта направляют через приёмное отверстие в рабочую зону, где он подхватывается дисками вращающегося ротора, отбрасывается к внутренней поверхности корпуса и постепенно перемещается к выпускному патрубку. В результате многократных ударов и трения частиц о диски и корпус происходит разрушение агломератов частиц.

Энтолейтор (рисунок Д.5) предназначен для дополнительного измельчения крупок и дунстов после вальцовых станков с шероховатыми вальцами 1–3-й размольных систем и способствует увеличению общего выхода муки. Энтолейтор представляет собой цельнометаллическую конструкцию и состоит из следующих основных узлов: корпуса, приёмного и выпускного патрубков, привода, ротора. Технологический процесс обработки продукта в энтолейторе происходит следующим образом: после измельчения в вальцовом станке продукт по гравитационному и пневмотранспортному трубопроводу поступает в приёмный патрубок энтолейтора и попадает через отверстие в верхнем диске ротора в его рабочую камеру. Под действием центробежных сил инерции и воздушного потока продукты размола зерна движутся от центра к периферии ротора. Вследствие многократных ударов о втулки и корпус зернопродукты дополнительно измельчаются, а спрессованные комки разрушаются, измельчённый продукт выводится через патрубок и поступает в продуктопровод пневмотранспортной сети.

Основным видом измельчающего оборудования для помолов являются *вальцовые станки*. Главными рабочими органами вальцовых станков являются два цилиндрических чугуновых вальца одинакового диаметра, расположенных под углом и вращающихся навстречу друг другу с разными скоростями. Поверхность вальцов рифленая, шероховатая или гладкая. Зазор между вальцами устанавливается в зависимости от намечаемой крупноты помола. Зерно, попадая между вальцами, задерживается нижним вальцом, имеющим меньшую скорость вращения, и скалывается, растирается рифлями верхнего быстровращающегося вальца. Рифленые вальцы служат для грубого измельчения зерна, они называются драными, или крупочными. Вальцы с шероховатой поверхностью предназначены для растирания крупок в муку.

После каждого вальцового станка для сортировки продуктов по крупноте частиц устанавливается рассев с набором сит разных размеров, расположенных друг под другом.

Завершающий комплекс включает оборудование для весового дозирования и смешивания групповых потоков (компонентов сортов муки), емкости для хранения готовой продукции, весовыбойные устройства и фасовочные машины.

1.5.2 Устройство и принцип действия линии

На рисунке Д.6 показан один из вариантов машинно-аппаратурной схемы линии мукомольного производства при сортовом помоле пшеницы.

Предварительно очищенное зерно подают из элеватора на мукомольный завод цепными конвейерами 1 и загружают в силосы 2. Силосы оборудованы датчиками верхнего и нижнего уровней, которые связаны с центральным пунктом управления. Зерно из каждого силоса выпускают через самотечные трубы, снабженные электропневматическими регуляторами потока зерна 3. С помощью регуляторов потока 3 и винтового конвейера 4 в соответствии с заданной рецептурой и производительностью формируют помольные партии зерна.

Каждый поток зерна проходит магнитные сепараторы 5, подогреватель зерна 6 (в холодное время года) и весовой автоматический дозатор 7. Далее зерно подвергают многостадийной очистке от примесей. В зерноочистительном сепараторе 8 отделяют крупные, мелкие и лёгкие примеси. В камнеотделительной машине 9 выделяют минеральные примеси. Затем зерно очищается в дисковых триерах: куколеотборнике 10 и овсюгоотборнике 11, а также в магнитном сепараторе. Наружную поверхность зерна очищают в вертикальной обочной машине 12, а с помощью воздушного сепаратора 13 отделяют аспирационные отходы.

Далее зерно через магнитный сепаратор попадает в машину мокрого шелушения 14 и после гидрообработки системой винтовых конвейеров 15 и 17 зерно распределяется по силосам 18 для отволаживания. Силосы оборудованы датчиками уровня зерна, которые связаны с центральным пунктом управления. Система распределения зерна по отлежным силосам обеспечивает необходимые режимы отволаживания с различной продолжительностью и делением потоков в зависимости от стекловидности и исходной влажности зерна. После основного увлажнения и отволаживания предусмотрена возможность повторения этих операций через увлажнительный аппарат 16 и винтовой конвейер 17.

После отволаживания зерно через регулятор расхода, винтовой конвейер 19 и магнитный аппарат поступает в обочную машину 20

для обработки поверхности. Из этой машины зерно через магнитный аппарат попадает в энтолейтор-стерилизатор 21, а затем в воздушный сепаратор 22 для выделения легких примесей. Далее через магнитный аппарат его подают в увлажнительный аппарат 23 и бункер 24 для кратковременного отволаживания. Затем зерно взвешивают на автоматическом весовом дозаторе 25 и через магнитный аппарат направляют на измельчение в первую драную систему.

В каждую драную систему входят вальцовые станки 26, отсеивы драных систем 27, отсеивы сортировочные 28 и ситовые машины 29. Сортирование продуктов измельчения драных систем осуществляют последовательно в два этапа с получением на первом этапе крупной и частично средней крупки, а на втором – средней и мелкой крупки, дунстов и муки. В ситовых машинах 29 обогащают крупки и дунсты I, II и III драных систем и крупку шлифовочного процесса.

Обработке в шлифовальных вальцовых станках 30 подвергают крупную и среднюю крупку I, II и III драных систем после её обогащения в ситовых машинах 29. Верхние сходы с сит отсеивов III и IV драных систем направляют в бичевые вымольные машины 37, проход последних обрабатывают в центрифугалах 38. В размольном процессе применяют двухэтапное измельчение. После вальцовых станков 30 и 33 установлены деташеры 31 и 35 для разрушения конгломератов промежуточных продуктов измельчения зерна и энтолейторы 34 для стерилизации этих продуктов путем ударных воздействий.

В отсеивах 32, 36 и 39 из продуктов измельчения высевают муку, которая поступает в винтовой конвейер 40. Из него муку подают в отсеивы 41 на контроль, чтобы обеспечить отделение посторонних частиц и требуемую крупность помола. Далее муку через магнитный аппарат, энтолейтор 42 и весовой дозатор 43 распределяют в функциональные силосы 44. Из них обеспечивается бестарный отпуск готовой муки на автомобильный и железнодорожный транспорт либо с помощью весовыбойного устройства 45 муку фасуют в мешки, которые конвейером 46 также передают на транспорт для отгрузки на предприятия-потребители муки. Перед упаковыванием в потребительскую тару муку предварительно просеивают на отсеиве 47, упаковывают в бумажные пакеты на фасовочной машине 48. Пакеты с мукой группируют в блоки, которые заворачивают в полимерную пленку на машине для групповой упаковки 49. Полученные блоки из пакетов с мукой передают на транспортирование в торговую сеть.

1.6 Оценка качества муки

Для оценки качества муки от каждой партии отбирают выборку, объём которой составляет от 1 % до 5 % упаковочных единиц (в зависимости от числа упаковочных единиц в поступившей партии).

Точечные пробы отбирают мешочным щупом или вручную, из одного угла мешка. Масса одной точечной пробы должна составлять 200...300 г. Для составления объединённой пробы все точечные пробы ссыпают в чистую тару, масса объединённой пробы (средней пробы) должна составлять не менее 2 кг.

Отбор проб муки для лабораторного контроля осуществляют по схеме рисунка 6. Качество муки определяют органолептическими и физико-химическими методами по показателям, характеризующим её доброкачественность и технологические свойства. Различают общие показатели, применяемые для оценки муки всех видов, и специальные показатели – для оценки определённых видов и типов муки.

К *общим показателям качества* относят вкус, отсутствие хруста при разжёвывании, запах, цвет, влажность, крупность помола, зольность, содержание примесей, заражённость вредителями, количество металлопримесей, а также кислотность. В первую очередь проводится органолептическая оценка качества муки. Если запах, вкус или цвет не удовлетворяют требованиям стандарта, то мука не подлежит пищевому использованию и дальнейший анализ её качества не проводится. *Цвет* муки обусловлен в основном её видом и сортом, т.е. окраской зерна и содержанием в муке эндосперма и отрубянистых частиц. *Запах* муки – важнейший показатель её свежести и доброкачественности.

Одним из наиболее важных специальных показателей качества муки является *влажность*, этот показатель определяет товарное качество, технологические свойства и сроки хранения муки. Мука, выработанная из кондиционного зерна и хранившаяся в благоприятных условиях, имеет влажность от 13 % до 15 %. При более высокой влажности в муке начинается активная деятельность ферментов, снижается способность к набуханию белков и крахмала и ухудшаются хлебопекарные свойства муки.

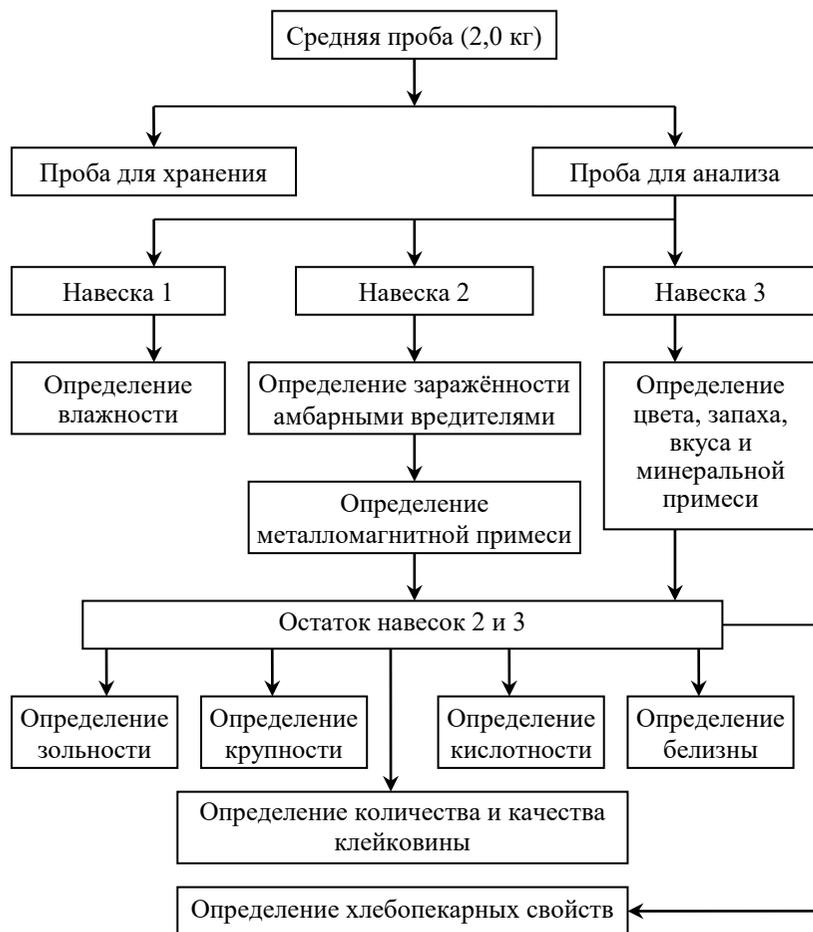


Рисунок 6 – Схема анализа средней пробы муки

Крупность помола определяют просеиванием муки на специальных проволочных или шёлковых мучных ситах. Номера сит установлены стандартами для муки каждого сорта.

Зольность муки, определяемая сжиганием навески, является косвенным показателем её принадлежности к тому или иному сорту, определение сорта муки по её зольности введено в стандарт. Тем не менее зольность – не всегда достаточно надёжный показатель качества. Мука одного и того же сорта, обладающая равной зольностью, но выработанная из разного по составу зерна, может содержать разное

количество оболочечных частиц и существенно различаться по качеству. Более надёжный признак сорта муки – *содержание клетчатки*, но из-за трудоёмкости метод её определения не получил широкого применения.

Кислотность не является обязательно определяемым показателем, но также широко применяется для контроля качества муки. Свежая мука имеет кислую реакцию, зависящую от наличия в ней кислых фосфатов и органических кислот. Кислотность доброкачественной пшеничной муки по болтушке не превышает 2,5...3 °Н, ржаной – 4...4,5 °Н. При хранении кислотность муки незначительно возрастает за счёт гидролитического распада жира и других соединений, очень быстро кислотность повышается при микробиологической порче муки за счёт накопления органических кислот.

Содержание примесей в муке ограничивается специальными нормами. Количество *металлопримесей* должно быть не более 3 мг/кг.

Для более полной оценки качества муки, предназначенной для выпечки хлеба, определяют различные структурно-механические и реологические свойства теста, полученного из испытуемой муки, а затем проводят обобщающую технологическую оценку его путём пробной выпечки хлеба. При этом в качестве одной из характеристик используется «сила муки». Сильной считают муку, способную при замесе поглощать относительно большое количество воды и образовывать при этом нелипнущее тесто, устойчиво сохраняющее форму, не расплывающееся при разделке и выпечке. Из такой муки получается хлеб правильной формы с блестящей подрумяненной корочкой и эластичным мелкопористым мякишем.

Показатели безопасности муки. В соответствии с действующим СанПиН 2.3.2.1078-01, мука пшеничная, в том числе для макаронных изделий, ржаная, тритикалевая, кукурузная, ячменная, пшено, рисовая, гречневая имеют следующие допустимые уровни содержания токсичных элементов (мг/кг, не более): свинец – 0,5; мышьяк – 0,2; кадмий – 0,1; ртуть – 0,03.

Допустимые уровни содержания микотоксинов (мг/кг, не более): афлатоксин В₁ – 0,005; дезоксиниваленол – 0,7 для пшеничной муки, 1,0 – для ячменной муки; Т-2 токсин – 0,1; зеараленон – 0,2 для пшеничной, кукурузной, ячменной муки.

Допустимые уровни содержания пестицидов (мг/кг, не более): гексахлорциклогексан (α -, β -, γ -изомеры) – 0,5; ДДТ и его метаболиты – 0,02 для муки из зерновых, 0,05 – для муки из зернобобовых;

гексахлорбензол – 0,01 для пшеничной муки; ртутьорганические пестициды, 2,4-Д кислота её соли и эфиры не допускаются.

Допустимые уровни содержания радионуклидов (Бк/кг, не более): цезий¹³⁷ – 60; стронций⁹⁰ – 30.

Загрязненность и заражённость вредителями хлебных запасов не допускается. Для пшеничной муки не допускается заражённость возбудителем «картофельной болезни» хлеба через 36 ч после пробной лабораторной выпечки.

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Цель работы: Провести органолептическую оценку качества муки. Подтвердить соответствие муки товарному сорту инструментальными и химическими методами анализа. Оценить хлебопекарные качества муки.

2.1 Органолептическая оценка качества муки

Задание для выполнения: установить сорт муки на основании органолептических показателей качества.

Цвет муки определяется органолептически в сухой и мокрой пробе, при этом исследуемые образцы муки сравнивают с эталонами. Если эталонов нет, то цвет муки сравнивают с его характеристикой в соответствующем стандарте. Одновременно констатируют наличие (отсутствие) отдельных частиц оболочек зерна или посторонних примесей, нарушающих однородность цвета. При необходимости проводят определение цвета по мокрой пробе. С этой целью шпатель с мукой в слегка наклонённом положении погружают в стакан с водой. Когда мука образца и эталона намокнет, сравнивают их цвет.

Запах определяют в подогретой дыханием пробе. Для усиления запаха примерно 20 г муки помещают в химический стеклянный или фарфоровый стакан и примерно на одну минуту заливают водой температурой 60...70 °С, затем воду сливают и устанавливают запах. Свежая доброкачественная мука должна обладать приятным специфическим слабовыраженным запахом. Не допускается никаких посторонних запахов, в том числе запаха плесени, затхлости, прогорклого жира и других. В сомнительных случаях запах муки устанавливается по выпеченному хлебу.

Вкус и наличие хруста определяются одновременно, путём разжёвывания одной-двух навесок муки, по 1 г каждая. Мука должна иметь слабовыраженный чуть сладковатый вкус, специфический для муки каждого вида. Хруст на зубах свидетельствует о присутствии в муке измельчённых минеральных примесей, недопустимых для любого вида и сорта.

Крупность помола ориентировочно определяют осязанием. Частицы размером до 0,2 мм не прощупываются и не воспринимаются зрением как отдельные крупинки, а частицы размером более 0,2 мм прощупываются и воспринимаются как отдельные крупинки.

Результаты органолептического анализа необходимо записать в тетрадь.

2.2 Инструментальные и химические методы анализа соответствия муки товарному сорту

Задание для выполнения: установить соответствие муки товарному сорту по результатам инструментальных и химических методов анализа.

Определение *влажности* муки проводится высушиванием в сушильном шкафу навески массой 2...2,5 г (при 130 °С в течение 40 минут) по убыли её массы.

Отбор проб для определения влажности проводят следующим образом: 50 г муки высыпают на стеклянную пластинку, распределяют ровным слоем и прикрывают другим стеклом так, чтобы слой муки между стеклами был не толще 3...4 мм. Затем верхнее стекло убирают и узким совочком или шпателем не менее чем из десяти разных мест отбирают порции муки для определения влажности. Всего берут две навески массой по 2...2,5 г каждая.

Далее в два пустых бюкса, предварительно просушенных до постоянной массы и взвешенных на аналитических весах, помещают навеску муки, взвешивая бюксы с навеской с точностью до 0,0002 г. Взвешенные бюксы с мукой помещают в сушильный шкаф, разогретый до температуры 140 °С. После повторного установления этой температуры высушивание муки ведут в течение 40 мин. Далее бюксы охлаждают в эксикаторе и взвешивают на аналитических весах.

Влажность муки, %, рассчитывают по формуле

$$w = 100(m_1 - m_2)/m,$$

где m_1 – масса бюкса с навеской до высушивания, г;

m_2 – масса бюкса с навеской после высушивания, г;

m – масса навески муки до высушивания, г.

По результатам анализа делается заключение о соответствии муки нормам стандарта.

Определение *зольности* муки проводится озолением продукта в муфельной печи с последующим выражением массы несгораемого остатка золы в процентах на сухое вещество навески.

Две навески муки для определения зольности отбирают одновременно с составлением навесок к определению влажности (2...2,5 г).

В два пустых фарфоровых тигля, предварительно прокалённых до постоянной массы и взвешенных на аналитических весах, помещают по навеске муки, взвешивая тигли с навеской с точностью до 0,0002 г.

Взвешенные тигли с мукой помещают в муфельную печь и озоляют навески до тех пор, пока цвет золы не станет белым или светло-серым. Далее тигли охлаждают и снова взвешивают на аналитических весах.

Зольность, % на а.с.в., вычисляют по формуле

$$Z = \frac{m_3 \cdot 10000}{m \cdot (100 - \omega)},$$

где m_3 – масса золы, г;

m – масса навески муки до озоления, г;

ω – влажность муки, %.

Определение *титруемой кислотности* (кислотности по болтушке) основано на титровании гидроокисью натрия всех кислотореагирующих веществ муки.

Для проведения анализа используют две навески муки массой по 5 г; каждую навеску составляют не менее чем из десяти порций, взятых из десяти мест предварительно спрессованной между двумя стеклянными пластинками муки.

Каждую навеску взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г. В две конические колбы ёмкостью 150–300 мл вливают по 50 мл дистиллированной воды и всыпают по навеске пшеничной муки. Затем тщательно перемешивают содержимое колбы до тех пор, пока не останется ни одного комочка муки (для приготовления болтушки из ржаной муки берут 100 мл дистиллированной воды).

К полученной болтушке добавляют 3–4 капли 1 %-ного спиртового раствора фенолфталеина и титруют 0,1 н раствором едкого натра до появления устойчивой бледно-розовой окраски, не исчезающей при спокойном стоянии колбы в течение 20...30 секунд. В случае если по истечении указанного времени розовое окрашивание после взбалтывания исчезает, то прибавляют ещё 3...4 капли фенолфталеина. Если при этом в колбе вновь появляется розовое окрашивание, то титрование считают законченным.

Если исходная болтушка получается интенсивно окрашенной, необходимо иметь для сравнения другую болтушку из испытуемого продукта и при титровании постоянно сравнивать получаемый оттенок с первоначальным цветом болтушки.

Результаты титрования выражают в градусах Неймана (°Н). Число градусов кислотности X соответствует объёму нормального раствора щёлочи, необходимого для нейтрализации всех кислот, содержащихся в 100 г продукта. Расчёт кислотности проводят по формуле

$$X = \frac{V \cdot K \cdot 100}{m \cdot 10},$$

где V – объём 0,1 н раствора щёлочи, пошедшей на титрование, мл;

K – поправка к 0,1 н раствору щёлочи;

100 – коэффициент пересчёта на 100 г муки;

m – масса навески муки, г;

10 – коэффициент перевода 0,1 н раствора щёлочи в 1 н.

За окончательный результат анализа принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 0,2 °Н.

Определение *кислотности по спиртовой вытяжке* даёт более точные данные о свежести зернопродуктов, чем в предыдущем варианте. При обработке муки спиртом в раствор переходит большее количество веществ: органические и свободные жирные кислоты, основное количество белков (альбумины и проламины), кислые фосфаты. На изменении кислотности при длительном хранении или порче продукта отражается, прежде всего, накопление жирных и органических (преимущественно молочной) кислот.

Одну навеску массой 10 г готовят так же, как при определении кислотности муки по болтушке, и переносят в чистую сухую коническую колбу на 250–300 мл.

В мерную колбу на 100 мл наливают до метки 70 %-ный раствор этилового спирта и переливают его в коническую колбу с мукой; содержимое колбы перемешивают до исчезновения комочков муки и оставляют на 1 час, но через каждые 10 мин содержимое колбы взбалтывают.

Далее, не взмучивая осадка, фильтруют отстоявшуюся жидкость через бумажный фильтр в чистый сухой стеклянный стакан (не менее 2/3 жидкости). В две пустые конические колбы отбирают по 25 мл этого фильтрата пипеткой Мора, в каждую колбу добавляют по 3–4 капли раствора фенолфталеина и титруют 0,1 н раствором едкого натра до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин. Кислотность муки по спиртовой вытяжке рассчитывают по формуле

$$X = \frac{V \cdot K \cdot 100 \cdot 100}{25 \cdot m \cdot 10} = \frac{40 \cdot V \cdot K}{m},$$

где V – объём 0,1 н раствора щёлочи, пошедшей на титрование, мл;

K – поправка к 0,1 н раствору щёлочи;

100 – объём 70 %-ного раствора спирта, израсходованный на приготовление вытяжки, мл;

100 – коэффициент пересчёта на 100 г муки;

25 – объём фильтрата, взятого для одного титрования, мл;

m – масса навески муки, г;

10 – коэффициент перевода 0,1 н раствора щёлочи в 1 н.

За окончательный результат анализа принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 0,2 °Н.

Данные о кислотности муки и других зернопродуктов, определяемые одновременно, но разными методами, будут различаться. Поэтому для характеристики свежести зернопродуктов по динамике кислотности (в период хранения продукта) для получения сопоставимых результатов следует применять одну и ту же методику.

Активная, или истинная, кислотность (рН), от которой зависят набухание, растяжимость и другие свойства белковых веществ муки, определяется потенциометрически.

Для получения вытяжки в стеклянный химический стакан ёмкостью 250 мл берут навеску муки массой 10 г с погрешностью не более 0,01 г, добавляют 100 мл горячей дистиллированной воды и нагревают до кипения для инактивации ферментов.

Полученную смесь настаивают в течение одного часа, перемешивают и измеряют активную кислотность на приборе рН-метре. В зависимости от товарного сорта муки, активная кислотность (*рН*) составляет 5,9...6,2. Этот показатель не регламентируется стандартами, но играет важную роль в технологии производства хлеба: от активной кислотности зависит скорость брожения и других биохимических процессов, протекающих в тесте.

После проведения всех анализов п. 2.2 полученные результаты оформить по форме таблицы 11.

Таблица 11 – Показатели качества муки

Показатели муки	Характеристика показателей	
	стандартные	исследуемого образца
Влажность, %		
Зольность, %		
Кислотность, °Н		
Активная кислотность, рН		

2.3 Оценка хлебопекарных свойств муки

Задание для выполнения: оценить хлебопекарные свойства муки по содержанию и качеству сырой клейковины, пробной выпечке хлеба.

Определение количества сырой клейковины состоит в выделении клейковины отмытием теста буферным раствором поваренной соли с последующим удалением излишка отмывающего раствора и взвешиванием остатка.

Количество сырой клейковины в муке разных типов и сортов варьирует в пределах 15...55 %. Для пшеничной муки нормального качества содержание клейковины пропорционально содержанию белка; мука, полученная из дефектного зерна, при нормальном общем содержании белка, даёт низкий выход сырой клейковины, так как гидрофильные свойства её белков нарушены.

Для проведения анализа навеску муки массой 25 г помещают в фарфоровую чашку и добавляют из бюретки (по каплям) 16,5 мл 2 %-ного буферного раствора поваренной соли, непрерывно перемешивая муку шпателем. Полученное тесто проминают пальцами и скатывают в шарик, следя за тем, чтобы не было потерь муки. Для обеспечения однородности теста раскатывают шарик ладонью руки в полосу длиной от 7 до 8 см, а затем снова сформировывают его и оставляют в чашке на 20 минут, закрывают часовым стеклом.

По истечении указанного времени шарик теста промывают сначала в фарфоровой чашке или кристаллизаторе в 2 л 2 %-ного раствора поваренной соли, потом под струёй воды, избегая потерь кусочков клейковины. В течение всего периода отмывания клейковины последовательно раскатывают шарик теста, расплющивают, растягивают его на два куска и снова сформировывают шарик.

Продолжительность отмывания зависит от содержания клейковины. Отмывание прекращают, когда в промывном растворе содержатся только «следы» крахмала, для обнаружения которых используют 0,001 н раствор йода.

Отмытую клейковину отжимают прессованием между ладонями, вытирая их сухим полотенцем. При этом клейковину несколько раз выворачивают и снова отжимают между ладонями, пока она не начнёт слегка прилипать к рукам. Отжатую клейковину взвешивают с погрешностью 0,01 г. После взвешивания отмывание повторяют ещё в течение 2...3 мин, клейковину вновь отжимают и взвешивают. Если разница между первым и вторым взвешиванием не превышает 0,1 г, то отмывание считается законченным.

Содержание в муке клейковины, %, рассчитывают по формуле

$$X = \frac{M \cdot 100}{m},$$

где M – масса сырой клейковины, г;

m – масса навески муки, г.

В сырой клейковине, получаемой при отмывании пшеничного теста, содержится 65...70 % воды.

Качество клейковины оценивают с помощью прибора ИДК или органолептически. При органолептическом определении группа качества клейковины устанавливается на основании результатов оценки цвета, растяжимости и эластичности.

Для получения хлеба высокого качества клейковина должна быть эластичной, упругой, со средней растяжимостью. Чрезмерно упругая, неэластичная (сильная) клейковина обычно приобретает оптимальные свойства после длительной отлёжки муки. Слабая, легкорастяжимая клейковина лишена упругости, при отлёжке она быстро расплывается, превращаясь в липкую массу. Самосогревание или прорастание зерна изменяют цвет и свойства клейковины: она становится тёмной (жёлтой), коротко-рвущейся и неэластичной.

Цвет клейковины характеризуется словами: светлый, серый, тёмный. Установив цвет клейковины, определяют её растяжимость и эластичность. С этой целью взвешивают два кусочка клейковины по 4 г, формуют их в шарики и помещают на 15 минут в сосуд с водой (температурой 15...20 °С), после чего определяют растяжимость и эластичность анализируемых образцов.

Растяжимостью называют способность клейковины растягиваться в длину. Её определяют путём растягивания 4 г клейковины над линейкой (примерно в течение 10 секунд) до разрыва. По длине клейковину характеризуют как короткую (менее 10 см), среднюю (от 10 до 20 см) и длинную (более 20 см). *Эластичностью* называют свойство клейковины постепенно восстанавливать первоначальную форму после снятия растягивающего усилия. Эластичность определяют путём сдавливания 4 г клейковины между большим и указательным пальцами. Хорошая клейковина восстанавливает свою форму, плохая – не восстанавливает или восстанавливает не полностью.

По вышеперечисленным показателям различают три группы клейковины: I – хорошая (светлая или серая, средней или длинной растяжимости, эластичная), II – удовлетворительная (светлая или серая, любой растяжимости, удовлетворительной эластичности), III – неудовлетворительная (серая или тёмная, малоэластичная, короткой

растяжимости, пльвущая, крошащаяся). Клейковина анализируемой муки по качеству должна соответствовать I или II группе.

Результаты проведённого анализа следует свести в таблицу 12 и дать на основании их заключение о качестве клейковины.

Таблица 12 – Показатели качества клейковины

Обра- зец муки (вид, сорт)	Масса навес- ки муки, г	Норма выхода клейко- вины по стандар- ту, %	Выход клейко- вины по результатам анализа	Цвет	Элас- тич- ность	Растя- жи- мость	Группа

Хлебопекарные свойства муки характеризуются её цветом, способностью к потемнению, газообразующей способностью и «силой». Эти свойства муки анализируют путем замеса теста и пробной выпечки хлеба.

Пробная лабораторная выпечка является прямой характеристикой «силы» муки и предусматривает безопасный способ приготовления теста из анализируемой муки при постоянном соотношении муки и воды, хлебопекарных дрожжей и поваренной соли.

Содержание воды в тесте из пшеничной муки принимают равным 43,5 %, 44,5 % и 45,5 % соответственно для высшего, первого и второго сортов. Необходимое количество муки и воды определяют по таблице 13.

Таблица 13 – Количество пшеничной муки и воды, необходимое для пробной выпечки хлеба

Влажность муки, %	Количество муки, г	Количество воды, г, для муки		
		высшего сорта	первого сорта	второго сорта
1	2	3	4	5
10,0	1066	628	659	692
10,1	1068	626	657	690
10,2	1070	624	655	688
10,3	1071	623	654	687
10,4	1072	622	653	686
10,5	1073	621	652	685

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

10,6	1074	620	651	684
10,7	1075	619	650	683
10,8	1076	618	649	682
10,9	1077	617	648	681
11,0	1079	615	646	679
11,1	1080	614	645	678
11,2	1081	613	644	677
11,3	1082	612	643	676
11,4	1083	611	642	675
11,5	1085	609	640	673
11,6	1086	608	639	672
11,7	1087	607	638	671
11,8	1088	606	637	670
11,9	1090	604	635	668
12,0	1091	603	634	667
12,1	1092	602	633	666
12,2	1093	601	632	665
12,3	1095	599	630	663
12,4	1096	598	629	662
12,5	1097	597	628	661
12,6	1098	596	627	660
12,7	1100	594	625	658
12,8	1101	593	624	657
12,9	1102	592	623	656
13,0	1103	591	622	655
13,1	1105	589	620	653
13,2	1106	588	619	652
13,3	1107	587	618	651
13,4	1108	586	617	650
13,5	1109	585	616	649
13,6	1111	583	614	647
13,7	1112	582	613	646
13,8	1114	580	611	644
13,9	1115	579	610	643
14,0	1116	578	609	642
14,1	1117	577	608	641

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

14,2	1119	575	606	639
14,3	1120	574	605	638
14,4	1121	573	604	637
14,5	1123	571	602	635
14,6	1124	570	601	634
14,7	1125	569	600	633
14,8	1127	567	598	631
14,9	1128	566	597	630
15,0	1130	564	595	628
15,1	1131	563	594	627
15,2	1132	562	593	626
15,3	1133	561	592	625
15,4	1135	559	590	623
15,5	1136	558	589	622
15,6	1137	557	588	621
15,7	1139	555	586	619
15,8	1140	554	585	618
15,9	1141	553	584	617

Сырьё, включая воду, дозируют по массе, взвешивая на технических весах с точностью до $\pm 0,1$ г. Температуру воды для замеса теста рассчитывают по формуле

$$t_B = t_T + \frac{C_M \cdot m \cdot (t_T - t_M)}{C_B \cdot m_B} + k,$$

где t_T – заданная температура теста (для пшеничной сортовой муки – 32), °С;

C_M, C_B – удельная теплоёмкость муки и воды ($C_M = 1,257$; $C_B = 4,190$), кДж/(кг·К);

m – масса муки, г;

t_M – температура муки, °С;

m_B – масса воды в тесте, г;

k – поправочный коэффициент (в летнее время – 1, в весеннее и осеннее время – 2, зимой – 3).

Муку перед взвешиванием просеивают. В 1/5 количества воды расчётной температуры растворяют соль (15 г). Прессованные дрожжи (30 г) разводят в воде температурой 32...34 °С.

В ёмкость (дежу) для замеса теста вносят дрожжевую суспензию, муку, раствор соли и всю оставшуюся воду. Замес теста ведут в

тестомесилке в течение 5 мин либо ручным способом – до получения теста однородной консистенции.

После замеса тесто взвешивают с точностью до ± 1 г, измеряют его температуру и кислотность и помещают в термостат для брожения, предварительно задав температуру термостата 32 °С и относительную влажность воздуха 80–85 %.

Общая продолжительность брожения теста составляет 170 мин; через 60 и 120 мин от начала брожения тесто обминают в течение 1 мин. После окончания брожения вновь измеряют температуру и кислотность теста. Тесто взвешивают и делят на три равных по массе кус-ка, каждый из которых вручную разделяют на столе: хорошо проминают для удаления газа и придания однородной консистенции, после чего закатывают. Двум кускам придают продолговатую форму и помещают в смазанные растительным маслом железные формы. Третий кусок формуют в шар и помещают на железный лист.

Формы и лист с тестом ставят в термостат для расстойки при вышеуказанных условиях. Конец расстойки определяют органолептически – по достижению тестовыми заготовками максимального объёма, после чего их помещают в разогретую печь: сначала одну формовую и подовую, через 5 мин после этого – вторую формовую заготовку.

Выпечку ведут при температуре 220–230 °С. Для увлажнения воздуха пекарной камеры в неё предварительно ставят сосуд с водой вместимостью около 2 л. Продолжительность выпечки формового хлеба из муки высшего сорта составляет 30 мин, первого сорта – 32 мин, второго сорта – 35 мин; для подового хлеба эти значения составляют: 28, 30 и 32 мин соответственно.

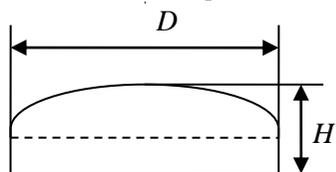
После выпечки верхнюю корку хлеба сбрызгивают водой и оставляют до остывания, после чего изделия взвешивают.

Анализ выпеченного хлеба начинают не ранее, чем через 4 ч и не позднее 24 ч после выемки из печи. При этом оценивают объём формового и формоустойчивость подового хлеба, определяют объёмный выход хлеба из 100 г муки и его удельный объём. Анализируя потребительские характеристики изделий, отмечают симметричность формы, цвет и состояние корок, эластичность и пористость мякиша, вкус, аромат, наличие/отсутствие хруста при разжёвывании, наличие/отсутствие непромеса и других дефектов мякиша.

Объём хлеба $V_{хл}$ (в см³) измеряют дважды с помощью прибора, работающего по принципу вытеснения хлебом объёма сыпучего

заполнителя (например, проса). Отклонение между двумя измерениями не должно превышать $\pm 5\%$.

Формоустойчивость подового хлеба рассчитывают как отношение высоты изделия H к его диаметру D , которые измеряют с помощью мерной линейки с миллиметровыми делениями:



Объёмный выход хлеба из 100 г муки (в см^3) рассчитывают по формуле

$$B_{\text{хл}} = V_{\text{хл}} \cdot \frac{100}{m_m},$$

где m_m – масса муки, израсходованной на выпечку одного хлеба, при влажности муки 14,5 % / 374 г.

Удельный объём хлеба определяют делением объёма формового хлеба ($V_{\text{хл}}$, см^3) на его массу (100 г).

По перечисленным показателям пробной выпечки дают характеристику силы пшеничной муки в соответствии с таблицей 14.

Таблица 14 – Характеристика силы пшеничной муки по показателям пробной лабораторной выпечки

Показатель	Категория силы	Значение показателя для муки сорта		
		высшего	первого	второго
Объёмный выход хлеба из 100 г муки влажностью 14,5 %, см^3	Сильная	Более 450	Более 450	Более 350
	Средняя	400–450	350–400	300–350
	Слабая	Менее 400	Менее 350	Менее 300
Формоустойчивость подового хлеба (H/D)	Сильная	Более 0,45	Более 0,45	Более 0,40
	Средняя	0,35–0,45	0,35–0,45	0,30–0,40
	Слабая	Менее 0,35	Менее 0,35	Менее 0,30

При органолептической оценке во *внешнем виде* хлеба отмечают симметричность и правильность формы. При наличии отклонений от нормы указывают, в чём оно заключается.

Цвет корок можно характеризовать как бледный, золотисто-жёлтый, светло-коричневый, коричневый и тёмно-коричневый.

Состояние корки характеризуется её поверхностью – гладкой, неровной (бугристой или со вздутиями), с трещинами или с подрывами.

Цвет мякиша может быть белым, серым или тёмным. Отмечают также равномерность его окраски.

Эластичность мякиша определяют, легко надавливая на него пальцами. При отсутствии остаточной деформации эластичность хорошая, при наличии незначительной остаточной деформации – средняя, при сминаемости мякиша и значительной остаточной деформации – плохая. В случае обнаружения остаточной деформации определяется также липкость мякиша.

Пористость хлеба характеризуется следующим образом: по крупности пор – мелкие, средние, крупные; по равномерности распределения пор – равномерная, неравномерная; по толщине стенок пор – тонкостенная, толстостенная.

Вкус и хруст определяют при дегустации хлеба.

Все результаты наблюдений и измерений вносят в протокол по форме таблицы 15.

Таблица 15 – Протокол пробной лабораторной выпечки

Сырьё, полуфабрикаты и показатели процесса	Результаты эксперимента
1	2
<i>I Приготовление теста</i>	
Масса муки, г	
Массовая доля влаги в муке, %	
Температура муки, °С	
Масса воды, г	
Температура воды, °С	
Масса прессованных дрожжей, г	
Масса соли, г	
Характеристика теста после замеса	
Температура воздуха в термостате, °С	
Относительная влажность воздуха в термостате, %	
Время начала брожения, ч-мин	
Время первой обминки, ч-мин	
Время второй обминки, ч-мин	
Время окончания брожения, ч-мин	
Продолжительность брожения, мин	
Температура, °С: начальная	

конечная
Продолжение таблицы 15

1	2
<p>Кислотность, град: начальная конечная Массовая доля влаги в тесте, % Масса теста, г: до брожения после брожения Выход теста из 100 г муки, г <i>II Разделка, расстойка и выпечка</i> Характеристика теста перед разделкой Время начала разделки, ч-мин Время окончания разделки, ч-мин Продолжительность разделки, мин Масса тестовых заготовок, г: формового (образец 1) формового (образец 2) подового Температура воздуха в расстойном шкафу, °С Относительная влажность воздуха в расстойном шкафу, % Время начала расстойки, ч-мин Время окончания расстойки, ч-мин Продолжительность расстойки, ч-мин Температура выпечки, °С: начальная конечная Время начала выпечки, ч-мин Время окончания выпечки, ч-мин Продолжительность выпечки хлеба, ч-мин: формового подового Масса горячего хлеба, г: формового (образец 1) формового (образец 2)</p>	

подового
Продолжение таблицы 15

1	2
<i>III Оценка качества хлеба</i>	
Масса хлеба, г, через _____ ч после выпечки:	
формового (образец 1)	
формового (образец 2)	
подового	
Объём хлеба, см ³ :	
формового (образец 1)	
формового (образец 2)	
Удельный объём хлеба, см ³ /100 г:	
формового (образец 1)	
формового (образец 2)	
Объёмный выход хлеба (см ³) из 100 г муки	
Формоустойчивость подового хлеба	
Внешний вид	
Цвет и состояние корки	
Поверхность корки	
Цвет мякиша	
Эластичность мякиша	
Пористость:	
по крупности	
по равномерности	
по толщине стенок пор	
Вкус	
Хруст	
Запах	

С учётом результатов органолептической оценки выпеченного хлеба сделать обобщающее заключение о хлебопекарных достоинствах и товарном качестве исследуемой пробы муки.

3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЧАСТИ 2

1. Дайте определение термину «мука».
2. Перечислите основные виды и типы муки.
3. Чем определяется товарный сорт муки?
4. Какие сорта пшеничной муки вырабатываются промышленностью?
5. Как изменяется химический состав и пищевая ценность муки с понижением сорта?
6. Назовите нормируемые показатели качества хлебопекарной и макаронной муки.
7. Как определяют влажность муки? Каким образом влажность муки связана с её технологическими характеристиками и устойчивостью в хранении?
8. Как определяется зольность муки? Почему по этому показателю можно судить о сорте муки?
9. О чём свидетельствует показатель «кислотность муки»?
10. Какие показатели характеризуют хлебопекарные качества муки? Что понимают под «силой» муки?
11. Что называют клейковиной? Как определяют количество и качество клейковины.
12. В чем заключается подготовка зерна к помолу при производстве муки? Каково влияние этой операции на качество муки?
13. Какие существуют способы очистки зерна от примесей?
14. Назовите основные операции производства муки.
15. Какие изменения вызывает гидротермическая обработка зерна?
16. С какой целью проводят увлажнение поверхности зерна перед помолом?
17. В чём состоит принцип разовых, обойных и сортовых помолов зерна?
18. Как осуществляются сортирование и обогащение крупок и каково влияние этих операций на качество муки?
19. Что называют созреванием муки? Охарактеризуйте способы ускорения созревания.
20. Какие процессы происходят при созревании и старении муки, их влияние на качество?
21. Какие вредители чаще всего поражают муку?
22. Сроки и режимы хранения муки в условиях производства и торговых предприятий.

ЧАСТЬ 3. КРУПА

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Крупа – это целые, раздробленные или расплюснутые зёрна хлебных злаков, гречихи и бобовых культур, освобождённых от примесей и неусваиваемых или плохо усваиваемых человеком частей и тканей зерна – цветочных плёнок, семенных и плодовых оболочек, а в ряде случаев и от алейронового слоя и зародыша.

Благодаря высокой питательной ценности, хорошей усвояемости и невысокой стоимости крупы широко используются в общественном питании и домашней кулинарии – для приготовления супов, каш и других кулинарных изделий, в детском и диетическом питании, а также для производства крупяных концентратов и некоторых видов консервов.

1.1 Классификация крупы

Крупу классифицируют по виду зерна, из которого она выработана. Крупы, получаемые из одной культуры, в зависимости от способа обработки зерна (пропаренная и непропаренная), формы, состояния поверхности, могут подразделяться на *виды*.

Для некоторых круп установлено деление на *марки* (по типовому составу зёрен) и *номера* (по размеру и однородности частиц). *Сорта* некоторых видов круп (пшеница, ядрица, овсяной и рисовой) устанавливают в зависимости от содержания примесей и доброкачественного ядра (таблица 16).

Крупа разных видов отличается по внешним признакам (форме, размеру и окраске крупинки), по строению образующих её тканей, форме и размеру крахмальных зёрен, по биохимическим свойствам, по содержанию и качественным особенностям белков, жиров, углеводов, зольных элементов и других веществ.

В зависимости от способа обработки, крупа может состоять только из эндосперма зерна или содержать также зародыш, алейроновый слой и оболочки.

Сорт крупы определяется уже после выработки на основании анализа. Он зависит от чистоты (содержания сорной примеси), содержания необрушенных зёрен, испорченного и битого ядра. Кроме того, деление крупы на сорта осуществляют по показателям её пищевой ценности и кулинарных достоинств.

Таблица 16 – Классификация крупы

Вид крупы	Сорт, номер, марка
Из проса: пшено шлифованное	Сорта: высший, 1-й, 2-й, 3-й
Из гречихи: ядрица ядрица быстроразваривающаяся гречневая, не требующая варки продел продел быстроразваривающийся	Сорта: 1-й, 2-й, 3-й На сорта не делится То же То же
Из риса: рис шлифованный рис дроблёный шлифованный	Сорта: экстра, высший, 1-й, 2-й, 3-й На сорта не делится
Из овса: овсяная недроблёная овсяная плющенная хлопья лепестковые овсяная микронизированная	Сорта: высший и первый То же То же На сорта не делится
Из ржи: ржаная микронизированная	На сорта не делится
Из ячменя: перловая перловая, не требующая варки ячневая перловая микронизированная	Номера: 1, 2, 3, 4, 5 На сорта не делится Номера: 1, 2, 3 На сорта не делится
Из кукурузы: кукуруза шлифованная	Номера: 1, 2, 3, 4, 5
Из пшеницы: пшеничная, Полтавская «Артек» манная пшеничная микронизированная	Номера: 1, 2, 3, 4 На сорта не делится Марки: М, Т, МТ На сорта не делится
Из гороха: горох целый шелушенный горох целый полированный горох колотый шелушенный горох колотый полированный	На сорта не делится То же То же То же

1.2 Формирование качества крупы в процессе производства

1.2.1 Основные технологические этапы производства круп

Качество вырабатываемой крупы определяется её химическим составом, технологическими и потребительскими свойствами. Несмотря на большое разнообразие видов крупы, для многих из них применяется принципиально общая технология получения. Наиболее близкими являются технологии получения пшена, риса, овсяной и гречневой круп. Несколько отличается от них производство ячменной, кукурузной, пшеничной крупы, а также гороха.

Каждая операция процесса выработки крупы определённым образом влияет на состав и свойства получаемого продукта. Переработка зерна в крупу сопровождается сложными процессами, в которых участвуют её основные химические компоненты.

Технологический процесс производства крупы состоит из подготовительного и шелушительного этапов (Приложение Е, рисунки Е.1 и Е.2). Основными **операциями производства большинства круп** являются следующие.

I этап – подготовительный – включает:

- 1) подготовку сырья к производству:
 - хранение, формирование партии зерна;
 - очистку зерна от примесей.
- 2) гидротермическую обработку;

II этап – шелушительный – объединяет следующие технологические операции:

- 3) сортирование зерна по размеру;
- 4) шелушение (обрушивание);
- 5) очистку и сортирование продуктов шелушения;
- 6) шлифование и полирование крупы. Сортирование продуктов шлифования и полирования;
- 7) дробление и сортирование продуктов дробления;
- 8) контроль крупы, побочных продуктов и отходов перед упаковыванием;
- 9) контроль качества продукции;
- 10) фасовку и хранение.

Подготовка сырья к производству. Зерно хранят при низких температурах, влажности менее 14 % в металлических и железобетонных ёмкостях и бункерах.

При **формировании партии зерна** для выработки крупы стремятся не допускать смешивания партий зерна с различной влажностью, а также зерна разных типов, подтипов и сортов, поскольку технологические свойства зерна существенно различаются в зависимости от типовой и сортовой принадлежности.

В процессе **очистки** зерна выделяют лёгкие, мелкие и крупные (солома, камни, щепы и т.п.) примеси, мелкие и щуплые зёрна, металломагнитные примеси. От результатов очистки зависит чистота крупы. Предельное содержание в крупе сорных примесей не должно превышать 0,8 %.

Учитывая различие формы и размеров крупяного зерна и примесей, каждую культуру очищают по индивидуальной схеме технологического процесса. Однако существуют и некоторые общие принципы построения технологического процесса очистки и подготовки крупяного зерна. Поступающее в зерноочистительное отделение зерно направляют в бункеры, вместимость которых принимают из расчета суточной производительности крупяного завода, увеличенной на 10...20 % для обеспечения бесперебойной работы завода при периодической подаче зерна из элеватора.

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 её засорённости. Поэтому указанные на рисунке Е.1 технологические операции для зерна различных крупяных культур используют дифференцированно.

Гидротермическую обработку зерна применяют при переработке таких культур, как гречиха, овёс, горох, пшеница, кукуруза, а также в процессе производства хлопьев, толокна и диетической муки.

Цель гидротермической обработки – направленное изменение технологических свойств зерна, повышение прочности ядра, более качественное отделение цветковых плёнок, оболочек и зародыша. Для пшеницы и кукурузы применяют холодное кондиционирование, для гречихи, овса и гороха – горячее кондиционирование водяным паром.

В процессе гидротермической обработки зерно пропаривают в пропаривателе непрерывного или периодического действия под давлением пара 0,10...0,30 МПа при температуре 110...125 °С в течение от 1,5 до 8,0...15 мин и затем подсушивают до содержания влаги 12...14 %. Продолжительность обработки зерна в пропаривателе зависит от технологических свойств зерна, его исходной влажности, давления пара. Пропаривание зерна способствует его равномерному увлажнению.

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 плёнок и оболочек. Если в процессе пропаривания овса его влажность повышается на 4...6 %, то в процессе подсушивания она снижается на 9,0...10 %. Такое резкое изменение влажности зерна под воздействием температуры приводит к значительным изменениям свойств зерна. Оболочки сильно подсыхают, их влажность становится на 3...5 % меньше влажности зерна, что способствует снижению их прочности, и они легко отделяются от ядра; прочность ядра повышается в результате глубоких биохимических изменений, вызванных денатурацией белков, гидролизом крахмала и повышением содержания декстринов, обладающих клеящими свойствами.

Охлаждение пропаренного и подсушенного крупяного зерна проводят в аспирационных колонках, постепенно и равномерно, без резких температурных колебаний, чтобы не вызвать увеличения в нем количества микротрещин и не увлажнить оболочки.

Оптимальные режимы гидротермической обработки крупяного зерна позволяют улучшить его технологические свойства, увеличить выход крупы, снизить расход электроэнергии на производство и повысить пищевые достоинства вырабатываемой крупы (увеличение количества водорастворимых веществ и содержания декстринов, повышение набухаемости крупы, сокращение продолжительности её варки, повышение стойкости в хранении).

Очищенное и кондиционированное зерно направляют в шелушительное отделение, где производят сортирование зерна на фракции, шелушение, сортирование продуктов шелушения, шлифование и полирование ядра, контроль полученной крупы, побочных продуктов и отходов (рисунок Е.2).

Сортирование подготовленного зерна по размерам осуществляется на ситах с разными отверстиями для повышения эффективности процесса шелушения. Для однородных по крупности фракций легче подобрать режим шелушения, при котором лучше снимаются плёнки и оболочки зерна при сохранении целостности ядра. Переработка несортированного зерна понижает выход и ухудшает качество крупы, так как при обрушивании более крупные зёрна разрушаются, превращаются в мучель и дробленое ядро, а мелкие остаются необрушенными. Помимо этого, сортирование зерна на фракции способствует повышению эффективности разделения продуктов шелушения и выделения чистого

ядра. Число фракций, получаемых в результате предварительного сортирования крупяного зерна перед его шелушением, зависит от перерабатываемой культуры, кинематических и геометрических параметров рабочих органов шелушительных машин и условий шелушения.

Шелушение (обрушивание) крупяного зерна – это основная технологическая операция производства крупы. Особенности строения и технологических свойств зерна разных видов вызывают необходимость применения различных приёмов шелушения и соответствующих шелушительных машин (шелушительные поставы или вальцедековые крупорушальные станки). Операция обрушивания производится таким образом, что воздействию подвергаются только оболочки (плодовые, семенные) и цветочные плёнки зерна, не затрагивая ядро.

Процесс обрушивания является наиболее важным технологическим процессом, так как именно в результате отделения неусвояемой части зерно превращается в пищевой продукт, пригодный для потребления, – крупу. В результате обрушивания удаляется более 55 % золы, 85 % клетчатки, 64 % пентозанов, количество крахмала пропорционально увеличивается.

Важными технологическими операциями являются **очистка и сортирование продуктов шелушения**, состоящих из шелушёных и нешелушёных зёрен, дроблёного ядра, мучки и лузги.

Для отделения чистого ядра продукт после обрушивания очищают и сортируют. *Лузгу*, представляющую собой частицы цветковых плёнок или оболочек, отделяют провеиванием продукта на аспирационных установках. Необрушенные зёрна, цельное и дробленое ядро и мучель разделяют просеиванием на ситах. При переработке овса, проса и риса необрушенные и обрушенные зёрна разделяют на крупотделителях и триерах. Лузгу и мучель направляют в отходы, а необрушенные зерна возвращают для повторного обрушивания (к *мучели* относят частицы измельчённого эндосперма и оболочек, выделяемых проходом через сито с отверстиями диаметром 1,0...1,5 мм или через металлотканое сито № 063, в зависимости от перерабатываемой культуры). Дроблёное ядро получают как проход с сита с отверстиями размером 1,6×20 мм – при переработке гречихи и диаметром 1,4...2,5 мм – для других культур.

Поскольку физические свойства мучели, лузги и дроблёных ядер существенно отличаются от физических свойств шелушёного и нешелушёного зерна, то их выделение особых затруднений не

вызывает. Цель очистки и сортирования продуктов шелушения – увеличение выхода крупы (цельного ядра), повышение эффективности процесса шелушения, улучшение внешнего вида крупы.

Шлифование и полирование крупы. Шлифование применяют при получении большинства круп. В процессе шлифования с поверхности шелушёного или дроблёного зерна удаляют плодовые и семенные оболочки, частично алейроновый слой и зародыш, а также опушение, покрывающее зерно некоторых культур (овса). Шлифование крупы способствует улучшению её цвета, характерного для эндосперма данной культуры, поскольку плодовые и семенные оболочки, как правило, отличаются от эндосперма по цвету. При выработке дроблёной крупы шлифование проводят для придания крупинкам шаровидной или овальной формы.

Для улучшения внешнего вида крупы её **полируют** в поставах. Полированная крупа имеет гладкую, блестящую поверхность. Этот процесс способствует повышению содержания доброкачественного ядра.

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

После шлифования продукт вновь **сортируют** для удаления мучели и дроблёного ядра.

Процессы шлифования и полирования связаны с отделением от крупы определённых тканей и частей зерна и поэтому вызывают существенное изменение не только внешнего вида, но также химического состава и потребительских достоинств крупы. Содержание крахмала возрастает; уменьшается зольность, содержание клетчатки, жира, т.е. улучшаются пищевая ценность, усвояемость, вкусовые и потребительские свойства крупы, развариваемость, увеличивается объём при варке. Вместе с тем в результате шлифования и полирования в связи с удалением зародыша и алейронового слоя в крупе снижается содержание витаминов, белков, минеральных веществ и липидов. Таким образом, при шлифовании и полировании биологическая ценность крупы снижается.

При переработке зерна в крупу выход изменяется в широких пределах, в среднем от 40 до 90 % (например, цельнозерновые хлопья).

Дробление и сортирование продуктов дробления. В производстве некоторых видов крупы предусмотрено **дробление** или резание шелушёного или нешелушёного ядра. Эту технологическую операцию применяют при переработке ячменя в перловую и ячневую крупу, пшеницы в Полтавскую крупу, а также овса и кукурузы в

дроблёную крупу. Для дробления и резания ядра устанавливают вальцовые станки, дисковые и барабанные дробилки. При дроблении ядра необходимо получить максимальное количество крупных частиц ядра и минимальный выход мучки и других мелких продуктов. Полученные продукты дробления ядра сортируют в отсевах с разделением на фракции по крупности, которые в дальнейшем шлифуют для придания частицам крупы округлой формы.

Далее выработку продукта ведут по общей схеме.

Контроль крупы, побочных продуктов и отходов перед упаковыванием (выбоем) завершает технологический процесс производства крупы и заключается в очистке цельной и дроблёной крупы от металломагнитных примесей, контрольном провеивании и просеивании крупы. Его применяют индивидуально для различных культур с учётом требований к качеству крупы, побочных продуктов и отходов.

Фасовка и хранение продукции. Продукт упаковывают обычно в мешки джутовые, льно-джутовые или хлопчатобумажные массой от 65 до 70 кг, для розничной торговли – в пакеты бумажные, из полиэтиленовой плёнки массой нетто от 0,4 до 3 кг.

Хранят крупу в чистых, сухих, хорошо вентилируемых, не заражённых амбарными вредителями помещениях, при соблюдении санитарных правил и правил товарного соседства. В помещениях должны поддерживаться постоянная температура не выше 18 °С (оптимальная – от минус 5 °С до плюс 5 °С) и ОВВ 60...70 %, без резких колебаний.

Продолжительность хранения в зависимости от вида крупы составляет от четырех мес (овсяные хлопья) до двух лет (горох шлифованный). Для длительного хранения наиболее пригодны рисовая, гречневая (ядрица), овсяная недроблёная, ячменная всех видов и номеров, лущёный горох. Крупы, предназначенные для длительного хранения, должны иметь низкую влажность – не более 11...12 %.

В процессе хранения крупы в ней происходят прогоркание, самосогревание, повреждение амбарными вредителями.

Плесневение крупы наблюдается при хранении её в тёплых, сырых, плохо вентилируемых помещениях, а также в замороженной продукции. *Самосогревание* происходит при хранении крупы повышенной влажности. Этот процесс является результатом дыхания крупы и жизнедеятельности микроорганизмов. Крупа, которая была подвергнута самосогреванию, темнеет, приобретает затхлый,

гнилостный запах, горький вкус. Если обнаружено самосогревание, то крупу необходимо охладить и подсушить до нормальной влажности.

1.2.2 Технологическая линия производства крупы из кукурузы

Из кукурузы получают пятиномерную шлифованную крупу, а также крупную крупу для производства кукурузных хлопьев и мелкую – для получения кукурузных палочек.

Кукурузная крупа представляет собой частицы ядра кукурузы различной формы, освобожденные от плодовых оболочек и зародыша. Пятиномерная шлифованная крупа представляет собой частицы ядра с зашлифованной поверхностью и закругленными гранями. Крупную крупу для хлопьев и мелкую для палочек не шлифуют.

Шлифованную крупу получают по номерам проходом и сходом следующих сит с отверстиями: № 1 – диаметром 4,0/3,0 мм; № 2 – диаметром 3,0/2,5 мм; № 3 – диаметром 2,5/2,0 мм; № 4 – диаметром 2,0/1,5 мм; № 5 – диаметром 1,5/№ 056 (металлотканое сито). Крупную крупу для хлопьев получают проходом сита диаметром 7,0 мм и сходом сита диаметром 5,0 мм (7,0/5,0). Мелкую крупу для выработки хрустящих палочек получают на металлотканых ситах проходом сита № 1,2 и сходом сита № 067.

Схема технологического процесса производства пятиномерной шлифованной крупы из кукурузы приведена на рисунке Ж.1. Очистка и подготовка зерна к переработке включает две системы сепарирования в воздушно-ситовых сепараторах, удаление минеральных примесей в камнеотделительной машине, увлажнение в увлажнительных машинах или пропаривание зерна и отволаживание.

Гидротермическую обработку зерна кукурузы применяют для более полного отделения зародыша, который, будучи увлажнённым, повышает свою пластичность, прочность и поэтому при дроблении кукурузы легко отделяется, не разрушаясь. Режим гидротермической обработки кукурузы следующий: кукурузу увлажняют теплой водой (температура 35...40 °С) и доводят её влажность до 15...16 %, а затем отволаживают в течение двух-трёх часов. Если вместо увлажнения применяют пропаривание, то давление пара принимают 0,07...0,1 МПа, а продолжительность пропаривания 3...5 мин.

Процесс производства крупы из кукурузы состоит из операций: дробление зерна, выделение зародыша, шлифование крупы, сортирование и контроль крупы, контроль побочных продуктов и отходов. Очищенное и подготовленное зерно кукурузы обрабатывают в барабанных дробилках или вальцовых станках, а затем измельчённые продукты сепарируют в расसेве. При этом сход сита с отверстиями диаметром 5,5...6,0 мм направляют на следующую систему для

повторного дробления, а другие сходовые фракции продукта провеивают в аспирационных колонках и подают на пневмосортировальные столы для разделения продуктов по плотности и выделения зародыша, проход сита № 1,4 мм также поступает в вальцовые станки для измельчения.

Продукт со средних каналов пневмосортировальных столов в зависимости от добротности направляют на шлифование либо на повторное сепарирование на пневмосортировальном столе, а лёгкую фракцию, в которой находится зародыш, контролируют на отдельном пневмосортировальном столе. Полученный зародыш подсушивают до влажности не более 10 % и отправляют на маслозавод.

Все фракции дробленого зерна кукурузы шлифуют последовательно в четырёх шлушильно-шлифовальных машинах с ситовыми цилиндрами, имеющими размер отверстий 1,0×15 мм. После каждой шлифовочной системы продукты провеивают в воздушных сепараторах, а затем сортируют в отсевах для выделения мучели. После четвертой шлифовочной системы продукты сортируют в отсевах, а затем в крупосортировках для разделения крупы на пять номеров по крупности. Полученную крупу провеивают в аспирационных колонках и контролируют по наличию металломагнитной примеси. При сортировании продуктов шлифования получают муку проходом через сито № 067 со всех четырех систем, которую затем контролируют в отсевах также на сите № 067.

Мучель получают проходом с отсевов после вальцовых станков и из отсосов шлушильно-шлифовальных машин. Контролируют мучель в отсевах на сите № 09. Содержание в мучели дробленых частиц кукурузы (сход сита № 09) не должно превышать 5 % массы.

В технологическом процессе производства крупной кукурузной крупы для хлопьев и мелкой для палочек применяют такое же построение этапа очистки и подготовки зерна кукурузы, как и при выработке пятиномерной крупы. Особенность этого процесса состоит в более высоком увлажнении кукурузы (до 19...22 %) с последующим отвлажнением в течение 2 ч. Подготовленное зерно кукурузы измельчают, подсушивают до влажности 15 %, провеивают и сортируют на три фракции. Первую фракцию (сход сита с отверстиями диаметром 8 мм) направляют на повторное измельчение, вторую (проход сита диаметром 8 мм и сход сита с отверстиями диаметром 5 мм) – для получения крупной крупы, а третью фракцию (проход сита с отверстиями диаметром 5 мм) после сортирования – для последовательного измельчения в мелкую кукурузную крупу для палочек. Мелкую крупу получают в отсевах проходом металлочанного сита № 1,2 и сходом с сита № 067. Проходом сита № 067 выделяют

кукурузную муку. Мелкую крупу подвергают двукратному последовательному обогащению на ситовечных системах для выделения крупных оболочечных частиц на ситах № 1,2. В схеме предусмотрен контроль всех получаемых продуктов: крупной и мелкой круп, муки, мучки, зародыша и отходов.

Технологический процесс производства только мелкой крупы для выработки *палочек* во многом аналогичен предыдущему. Его особенность заключается в разделении предварительно измельченной кукурузы на четыре фракции. Первую (сход сита с отверстиями диаметром

4 мм) направляют на повторное измельчение, две последующие фракции (4,0/3,0 мм и 3,0/2,0 мм) после провеивания подают для выделения зародыша и оболочек, а четвертую фракцию (проход сита с отверстиями диаметром 2,0 мм) – для размола.

Затем обогащенный продукт (вторая и третья фракции) измельчают, сортируют в отсевах на ситах № 1,2 и 067 и получают мелкую крупу (1,2/067), которую затем двукратно обогащают на ситовечных системах и контролируют по наличию металломагнитной примеси. Проходом сита № 067 получают кукурузную муку, которую контролируют на таком же сите в контрольном отсеве.

1.2.3 Технологический процесс производства пшеничной крупы

Пшеничную шлифованную крупу вырабатывают из твердой пшеницы (дурум). Крупу подразделяют на два вида: Полтавскую и Артек, которые различаются по крупности частиц. Крупу Полтавскую по крупности делят на четыре номера.

Схема очистки и подготовки зерна пшеницы к переработке в крупу включает трёхкратное сепарирование в воздушно-ситовых сепараторах, выделение минеральной примеси в камнеотделительных машинах, выделение коротких и длинных засорителей в триерах, увлажнение и отволаживание зерна, очистку поверхности и предварительное шелушение зерна в обочных машинах с абразивным цилиндром.

Для повышения эффективности отделения оболочек зерна и уменьшения дробления эндосперма влажность пшеницы доводят до 14...15 % и отволаживают в бункере в течение 0,5...2,0 ч до направления в обочные машины для предварительного шелушения. Предварительное шелушение пшеницы заключается в последовательной обработке на двух обочных системах с провеиванием зерна в воздушных сепараторах после каждой системы. Количество дроблёных зерен после каждой обочной машины не должно превышать 15 % по отношению к поступившему зерну.

Основное шлифование зерна пшеницы состоит в последовательной обработке на трех шелушильно-шлифовальных системах. Шлифованное зерно дробят в вальцовом станке. Режим дробления крупного зерна в вальцовом станке высокий, обеспечивающий крупное дробление при минимальном выходе мелких мучнистых продуктов для получения большего количества первых (крупных) номеров крупы.

Полирование крупной и мелкой фракций крупы проводят отдельно на трех шелушильно-шлифовальных системах. После завершения полирования каждой фракции крупы её сортируют по номерам вначале в отсевах, а затем в крупосортировках, провеивают в воздушных сепараторах и после контроля наличия металломагнитной примеси направляют в бункеры готовой продукции.

Крупку Артек, которая является наиболее мелкой, получают в отсевах и крупосортировках проходом сита диаметром 1,5 мм, дополнительно сортируют в центрофугале, где устанавливают металлочанное сито № 063, и проходом выделяют мучку.

1.2.4 Технологический процесс производства гречневой крупы

Гречневую крупку относят к числу наиболее ценных видов крупы, её используют в диетическом питании. В зависимости от условий переработки, различают два вида гречневой крупы: пропаренную и непропаренную.

К крупке-ядрице относят целые и надколотые ядра гречихи, не проходящие через сито с размером отверстий 1,6×20 мм. Продел представляет собой расколотые на части ядра гречихи, проходящие через сито с отверстиями 1,6×20 мм и идущие сходом с металлочанного сита № 08.

Гречневая крупка по качеству должна соответствовать следующим основным требованиям: цвет кремовый с желтоватым или зеленоватым оттенком, а для пропаренной быстрорастворивающейся крупы коричневый разных оттенков; запах и вкус характерные для гречневой крупы, без посторонних; влажность не более 14 %, а для крупы длительного хранения не более 13 %; содержание доброкачественного ядра в ядрице первого сорта не менее 99,2 %, второго сорта не менее 98,4 %, в проделе не менее 98,3 %; содержание колотого ядра в ядрице первого сорта не более 3,0 %, второго сорта не более 4,0 %; содержание нешелушённых зёрен в ядрице первого сорта не более 0,3 %, второго сорта не более 0,4 %. В гречневой крупке нормируется также содержание сорной примеси, мучки, испорченных ядер, металломагнитной примеси и определяется развариваемость (для быстрорастворивающейся крупы). Зараженность в крупке не допускается.

Схема технологического процесса производства гречневой крупы с применением рассевов представлена в Приложении И, на рисунке И.1. В зерноочистительном отделении гречиху подвергают двукратному последовательному сепарированию в воздушно-ситовых сепараторах, в которых выделяют основную массу примесей. Учитывая форму гречихи, на сортировочных ситах сепараторов устанавливают сита с треугольными отверстиями размером 7,0...7,5 мм.

Для выделения трудноотделимых примесей (дикой редьки, минеральной примеси) гречиху сортируют в рассевах с разными наборами сит по форме отверстий (круглые, продолговатые, треугольные), что позволяет выделять указанные примеси. При этом в рассевах гречиху разделяют на две фракции: крупную и мелкую. Крупную фракцию подвергают воздушному сепарированию, а мелкую направляют на пневмосортировальный стол или камнеотделительную машину для выделения минеральных примесей. Затем обе фракции объединяют и направляют в триеры – овсюгоотборочные машины для выделения длинных примесей (пшеница, овес и др.). Очищенное от примесей зерно гречихи в зависимости от вида вырабатываемой крупы направляют или в шелушильное отделение, или на гидротермическую обработку.

Гидротермическая обработка гречихи позволяет изменять структурно-механические свойства гречихи и её анатомических частей: повышается прочность ядра и оно меньше дробится, возрастает хрупкость оболочек. В результате увеличивается выход ядрицы на 7...10 % при одновременном снижении выхода продела, повышается также общий выход крупы. Качество вырабатываемой крупы также улучшается: увеличивается количество водорастворимых веществ на 10...20 %, сокращается время варки каши до 20...25 мин, крупа приобретает приятный запах и вкус. Крупа, выработанная из пропаренной гречихи, хорошо хранится.

Гидротермическую обработку гречихи проводят в пропаривателях периодического действия, горизонтальных шнековых сушилках и охладительных колонках. Режим обработки следующий: пропаривают в течение 5 мин при давлении пара 0,25...0,30 МПа, сушат пропаренную гречиху до влажности 13,0...13,5 %, охлаждают в колонках до температуры, не превышающей 30 °С. Подготовленную гречиху направляют в шелушильное отделение. В шелушильном отделении гречиху сортируют по крупности, шелушат, сортируют продукты шелушения, контролируют крупу и отходы. Гречиху в шелушильном отделении сортируют в рассевах или крупосортировках в два этапа: вначале проводят предварительное сортирование, при котором гречиху

делят на две фракции, а затем окончательное, при котором ее разделяют на пять-шесть фракций с интервалом размеров сит с треугольными отверстиями 0,5 мм. При этом средние размеры зерновок смежных фракций отличаются на 0,2...0,3 мм.

Деление зерна гречихи на большое число фракций вызвано необходимостью уменьшить дробление ядра в процессе шелушения и повысить эффективность выделения ядра, что достигается при обработке однородных по крупности фракций. Полученные фракции гречихи содержат ещё некоторое количество трудноотделимых примесей, которые выделяют на крупосортировках по каждой фракции. Такое выделение примесей эффективно, так как позволяет подобрать соответствующие сита на крупосортировках.

Очищенные и подготовленные фракции гречихи направляют параллельными потоками на вальцедековые станки для шелушения. Режим шелушения должен быть таким, чтобы количество шелушёных зёрен за один пропуск через вальцедековый станок составляло 20...40 % для непропаренного зерна и 25...55 % для пропаренного. Большие значения относятся к шелушению крупных фракций, а меньшие – мелких фракций. При этом количество дроблёного ядра не должно превышать 2,5...3,5 % для непропаренного зерна и 1,5...2,5 % для пропаренного. Большие значения относятся к мелким фракциям, а меньшие – к крупным.

Продукты шелушения гречихи каждой фракции сортируют раздельно в отсевах для выделения лузги и нешелушёных зёрен, ядрицы с лузгой и продела с мучкой и измельченными частицами лузги. Полученные продукты шелушения направляют: шелушёное зерно с лузгой в воздушный сепаратор для выделения лузги, а нешелушёное зерно возвращают в вальцедековый станок той же системы для повторного шелушения; ядрица с лузгой также поступают на воздушное сепарирование для выделения лузги, ядрица – в контрольные отсева; продел – в отсева для выделения мучки и частиц лузги.

Ядрицу в отсевах контролируют двумя потоками: из первых четырёх фракций (крупная ядрица) и из пятой и шестой фракций (мелкая ядрица), подбирая соответствующие размеры сит в контрольных отсевах. Затем следует воздушное и магнитное сепарирование.

Для контроля продела применяют также отсева с размером отверстий сита 1,6×20 мм и металлотканое сито № 085. При этом сход с сита 1,6×2,0 мм направляют на контроль ядрицы, а продел на сите № 1,4 разделяют на два потока по крупности. Каждый поток подвергают трёхкратному сепарированию в аспирационных колонках,

после чего оба потока объединяют и направляют в магнитные сепараторы для выделения металломагнитных примесей.

Лузгу контролируют также двумя потоками в отсевах или крупосортировках: первый поток с первых четырех фракций, второй – с пятой и шестой фракции. Это связано с тем, что выделенные при контроле шелушёные зёрна и ядро необходимо подавать для дальнейшей обработки с учётом их крупности. Содержание частиц ядра в лузге (сход с сита № 1,4) не должно превышать 1 %. Мучка, полученная при контроле продела проходом металлотканого сита № 085, поступает в магнитный сепаратор для выделения металломагнитной примеси.

1.2.5 Технологический процесс производства овсяных хлопьев и толокна

Из ядра овса в зависимости от способов его обработки производят различные виды крупы и крупяных продуктов: крупу недробленую, крупу плющеную, хлопья и толокно. Крупа овсяная недроблёная представляет собой ядра овса. Её получают пропариванием, шелушением овса и шлифованием ядра. Крупу *овсяную плющеную* производят плющением недроблёной крупы высшего или первого сорта. Крупу вначале пропаривают с подсушкой, выделяют металломагнитные примеси, а затем плющат в вальцовом станке, направляют на крупосортировку для выделения дроблёнки, а затем подвергают двукратному сепарированию в воздушных сепараторах для выделения мучки. Оба вида крупы должны соответствовать следующим основным требованиям: цвет крупы серовато-жёлтый с разными оттенками; запах и вкус, характерные для овсяной пропаренной крупы, без посторонних; влажность не более 12,5 %; содержание доброкачественного ядра, не менее, в высшем сорте 99 %, в первом 98,5 %, в том числе колотых ядер 0,5 % и 1,0 % соответственно; содержание нешелушёных зерен, не более, в высшем сорте 0,4 %, в первом 0,7 %. В овсяной крупе нормируется также содержание сорной примеси, мучки и металломагнитной примеси. Зараженность крупы не допускается.

Овсяные хлопья вырабатывают из недроблёной крупы высшего сорта путём пропаривания крупы (варки), сушки, плющения и охлаждения (рисунок К.1). В зависимости от способа обработки крупы получают два вида хлопьев: *Геркулес* и *лепестковые*.

Для производства *хлопьев Геркулес* недроблёную крупу предварительно подготавливают двукратным сепарированием для выделения оставшихся нешелушёных зёрен, дополнительным сортированием крупы для удаления крупных примесей и дроблёнки. Подготовленную крупу направляют на пропаривание для её прогрева и равномерного увлажнения на 2,0...2,5 % с последующим отволаживанием в течение

20 мин. Затем крупу плющат в вальцовых станках с микрошероховатыми вальцами. Толщина плющеного ядра не должна превышать 0,5 мм. Полученные хлопья подсушивают в сушилке, провеивают в воздушной колонке и контролируют по наличию металломагнитной примеси в магнитных колонках. Температура хлопьев Геркулес должна быть близкой к температуре производственного помещения и не превышать её более чем на 6...8 °С.

Производство *лепестковых хлопьев* аналогично производству хлопьев Геркулес (см. рисунок К.1) с той лишь разницей, что после подготовки крупы путем её дополнительной очистки крупу направляют на дополнительное шлифование в поставе, сортирование для выделения мучки, отходов и разделения крупы на две фракции по крупности (крупа № 1 и № 2). В дальнейшем каждую фракцию крупы обрабатывают отдельно. Вначале сепарируют в воздушных сепараторах, а затем направляют на пропаривание, отволаживание, плющение, сушку и провеивание по такой же схеме, как и для производства хлопьев Геркулес.

Вырабатываемые хлопья должны соответствовать следующим требованиям: цвет белый с оттенками от кремового до жёлтого; запах и вкус, характерные для пропаренной овсяной крупы, без посторонних; влажность не более 12 %; зольность (%), не более, Геркулеса 2,1, лепестковых 1,9; кислотность не более 5 °Н; развариваемость Геркулеса

20 мин, лепестковых – 10 мин. В хлопьях нормируется также содержание сорной и металломагнитной примесей. Заражённость не допускается.

Толокно представляет собой муку, вырабатываемую путём измельчения ядра и просеивания на ситах № 29 и № 32. В соответствии со схемой овёс, очищенный от примесей, щуплого и недоразвитого зерна (см. рисунок К.1), замачивают подогретой до 35 °С водой и выдерживают в воде 2 ч для достижения влажности овса до 30 %. Влажный овёс после темперирования в течение 1,5...2,0 ч при давлении пара 0,15...0,20 МПа высушивают до влажности 6...8 %, а затем охлаждают атмосферным воздухом. Подготовленный овёс шелушат, сортируют для выделения мучки, удаления лузги, разделения шелушёных и нешелушёных зерен. Полученное ядро овса размальвают, а измельченные продукты сортируют. Толокно получают проходом мучных сит № 29 и № 32.

Толокно должно соответствовать следующим требованиям: цвет однотонный кремовый; запах и вкус, характерные для толокна, без посторонних; влажность не более 10 %; зольность не более 2 %;

крупность помола – остаток на шелковом сите № 27 не более 2,0 %; проход через шелковое сито № 38 не менее 60 %.

1.2.6 Технологический процесс производства крупы из гороха

На крупяных заводах из гороха вырабатывают крупу – горох лущёный целый и колотый.

Шелушёный и полированный горох, как целый, так и колотый, должен соответствовать по качеству следующим основным требованиям: цвет – жёлтый, зелёный, в горохе одного цвета допускается примесь гороха других цветов не более 7 %; вкус и запах, характерные для гороха, без посторонних; влажность – не более 15 %; сорная примесь – не более 0,4 %; содержание изъеденных семян, не более, в целом горохе – 0,5 %, в колотом – 1,0 %; содержание нешелушёных семян, не более, в целом горохе – 3,0 %, в колотом – 0,8 %; содержание дроблёно- го гороха, не более, в целом горохе – 0,1 %, в колотом – 1,0 %. Наличие мучки и сечки, а также заражённость вредителями хлебных запасов не допускается.

К целому шелушёному полированному гороху относят горох с неразделёнными семядолями, удалёнными семенными оболочками и отполированной поверхностью. Примесь колотого шелушёного полированного гороха допускается не более 5 %. К колотому шелушёному полированному гороху относят горох с разделёнными семядолями, удалёнными семенными оболочками и отполированной поверхностью. Примесь крупы целого гороха в колотом допускается не более 5 %.

Схема очистки и подготовки гороха к шелушению относительно не сложна. Вначале для гороха применяют двукратную последовательную очистку в воздушно-ситовых сепараторах, а затем проводят водно-тепловую обработку гороха: пропаривание либо увлажнение, сушку и охлаждение (рисунок Л.1).

В процессе пропаривания гороха семенная оболочка интенсивно поглощает влагу, набухает и частично отстает от семядолей. При подсушивании гороха оболочка подсыхает быстрее ядра и разрывается, нарушая тем самым её связь с ядром, что облегчает процесс шелушения гороха и повышает его эффективность как по количеству снятых оболочек, так и по уменьшению колотого гороха. Горох пропаривают при давлении пара 0,10... 0,15 МПа и продолжительности 2,0...2,5 мин. Более высокие параметры пара применять не рекомендуется, так как ухудшаются потребительские свойства крупы, особенно цвет и внешний вид.

Вместо пропаривания можно применить увлажнение гороха на 2,0...2,5 % в увлажнительных аппаратах с последующим кратковре-

менным отволаживанием в бункерах не более 20...30 мин. При увлажнении и отволаживании гороха достигается тот же эффект, что и при пропаривании, однако, общая эффективность этого метода несколько ниже, чем пропаривание. Кратковременность отволаживания гороха связана со структурными изменениями в его ядре и особенностью образования микротрещин при длительном отволаживании, что приводит к увеличению колотого гороха и дробленого ядра (сечки).

Пропаренный или увлажнённый горох подсушивают в вертикальной сушилке до влажности 14...15 %. В процессе сушки гороха следует избегать повышенной температуры нагрева, так как ядро гороха может легко разделяться на семядоли в результате неравномерного нагрева и возникновения температурных напряжений в различных частях зерна. По этой причине температура гороха после сушки не должна превышать 60 °С. Охлаждение гороха проводят до температуры около 25 °С в охладительных колонках без резких температурных воздействий, что важно, особенно в зимний период, для сохранения цельности ядра.

Отволаживать горох после сушки и охлаждения *не рекомендуется* во избежание возможных обратимых явлений в изменении технологических свойств гороха. Допускается, в виде исключения, переработка гороха в крупу без воднотепловой обработки, однако, эффективность такого метода низкая в результате снижения выхода целого гороха шлифованного и полированного.

Подготовленный к шелушению горох направляют в рассев для рассортирования на две фракции: крупную и мелкую, которые составляют из четырех фракций, получаемых в отсевах, в соотношении 1:1, чтобы равномерно загрузить системы шелушения. Сортирование гороха по крупности способствует повышению его выравненности, а следовательно, и улучшению условий и эффективности шелушения: увеличивается выход целой гороховой крупы, снижается выход сечки и мучки. Размер отверстий сит выбирают в зависимости от крупности гороха. Крупность гороха влияет также на составление фракций, направляемых на шелушение.

Крупную и мелкую фракции гороха шелушат отдельно на двух системах, обслуживаемых машинами А1-ЗШН-3. Колотый горох шелушат и шлифуют в специальной машине А1-ЗШН-3. После первой системы шелушения продукт, состоящий из шелушёного и нешелушёного целого и колотого гороха, сечки, мучки и лузги, направляют для рассортирования в отсевах.

В отсевах сходом сит с отверстиями размером 4,0×20 мм для крупной фракции гороха и 3,0×20 мм для мелкой фракции выделяют целый горох (шелушёный и нешелушёный) и крупные частицы оболочек (лузгу). Сход сит с отверстиями диаметром 3,0 мм (колотый

горох) со всех систем шелушения направляют на шлифование колотого гороха на специальную систему. Проходом сит с отверстиями диаметром 3 мм и сходом сит с отверстиями диаметром 1,5 мм получают частицы дроблёного гороха и оболочки. Этот продукт после контрольного провеивания в воздушном сепараторе и выделения лузги направляют в отходы первой и второй категории. Из этого продукта, при необходимости, можно получить гороховую муку, размалывая в вальцовом станке и просеивая в расसेве. Проход сит с отверстиями диаметром 1,5 мм представляет собой мелкие частицы дробленого гороха (сечка и мучка), которые являются побочными продуктами производства крупы из гороха.

Целый горох получают после провеивания в воздушных сепараторах первой фракции с первых систем шелушения, повторного шелушения на второй системе и сортирования в рассевах. Целый горох выделяют с систем обработки крупной и мелкой фракций, объединяют в один поток и направляют на полирование в полировальные щеточные машины. Полируют также колотый горох. Целый и колотый горох после полирования провеивают в воздушных сепараторах, контролируют по наличию металломагнитной примеси и направляют в готовую продукцию.

Лузгу контролируют в центрофугале с ситом диаметром 3,0 мм. Проход этого сита направляют на контроль мучки, сход (лузгу) контролируют путем провеивания в воздушных сепараторах. Содержание в лузге частиц дробленого гороха, получаемых сходом с сита с отверстиями диаметром 2,0 мм, не должно превышать 5 % от общей массы лузги. Контроль мучки и аспирационных отсосов машин А1-ЗШН-3 проводят в центрофугале (сито с отверстиями диаметром 1,5 мм). Сход с этого сита направляют в отходы первой и второй категории, а проход после магнитного контроля – в бункер для сечки и мучки.

1.3 Технологическая линия производства варёно-сушёных круп

В зависимости от характера и интенсивности технологической обработки различают три вида варёно-сушёных круп:

- *обычные*, получаемые варкой и сушкой предварительно очищенного и вымытого сырья;
- *быстроразваривающиеся*, получаемые методом гидратации (двойной гидротермической обработкой водой) или способом механической обработки круп (плющением) в процессе сушки;
- не требующие варки, получаемые путём глубокой гидротермической и механической обработки (плющением) в процессе

сушки.

Варёно-сушёные горох и фасоль получают только быстрорастворивающимся способом механической обработки.

Производство варёно-сушёных круп и зернобобовых включает следующие стадии:

- подготовка сырья к производству – хранение, очистка от примесей, мойка;
- подготовка и дозирование рецептурных компонентов;
- тепловая обработка (варка) крупы;
- предварительная сушка варёных круп;
- плющение – механическая обработка крупы с целью придания им лепестковой формы;
- окончательная сушка плющенной крупы;
- дозирование и приготовление концентратной смеси (смешивание);
- фасование в пакеты, упаковывание в транспортную тару, складирование и хранение готовой продукции.

1.3.1 Характеристика комплексов оборудования

Начальные стадии технологического процесса производства варёно-сушёных круп выполняются при помощи комплексов оборудования для хранения, транспортирования и подготовки к производству крупы, воды, соли, жира и других видов сырья.

Для хранения сырья используются металлические либо железобетонные ёмкости и бункеры, от которых непосредственно к технологической линии на небольших предприятиях механическое транспортирование крупы осуществляют погрузчиками, нориями, цепными и винтовыми конвейерами (на крупных предприятиях используют системы пневматического транспорта). Жидкие полуфабрикаты перекачиваются насосами.

Подготовку сырья осуществляют при помощи просеивателей, смесителей, магнитных улавливателей, фильтров и вспомогательного оборудования. Ведущий комплекс линии состоит из варочных аппаратов и сушилок, в состав этого комплекса входят дозаторы крупы, воды и жидких полуфабрикатов, смесительные установки, варочные и сушильные агрегаты.

Второй комплекс технологической линии включает оборудование для темперирования, дозирования и смешивания рецептурных компонентов.

Завершающий комплекс оборудования обеспечивает упаковывание, хранение и транспортирование готовых изделий. Он

содержит фасовочно-упаковочные машины и оборудование экспедиций и складов готовой продукции.

1.3.2 Машинно-аппаратурная схема линии производства круп, не требующих варки

Машинно-аппаратурная схема линии производства круп, не требующих варки, приведена в Приложении М, на рисунке М.1.

Крупы очищают от посторонних примесей на зерновом сепараторе 1 и от легковесных примесей на дуаспираторе 2, затем пропускают через магнитную колонку 3 для освобождения от металлических примесей. На сепараторе, в зависимости от вида перерабатываемой крупы, устанавливают штапованные сита с круглыми или продолговатыми отверстиями. На приёмном сите отделяются крупные грубые примеси (солома, камни, щепы и т.п.), на сортировочном – зерновые и другие примеси крупнее зерна. Проходом через сходовое сито отделяются мелкие примеси.

Очищенная крупа поступает в бункер 4. По мере необходимости её направляют из бункера через автоматические весы 5 в подвесной бункер 6 над моечной машиной 7. Автоматические весы заблокированы со счётным механизмом, и после отсчёта заданного количества отвесов прекращается подача крупы в подвесной бункер. Для окончательной очистки от загрязнений крупы и зернобобовые моют на зерномоечной машине, где удаляют с их поверхности грязь, мучель, пыль, отделяют семена дикорастущих растений, лузгу, органический сор, необрушенные зерна. Для мойки круп используют обычную питьевую (водопроводную) воду. Пшено моют водой, нагретой до 45 °С; рис при приготовлении крупы, не требующей варки, – до 40 °С. Влажность вымытых круп составляет (%): пшено – 25, рисовая крупа – 27, остальные крупы и лущёный горох – 20. Вода, смачивая крупу, способствует ее равномерному увлажнению, что очень важно при гидротермической обработке. Скорость увлажнения крупы при мойке зависит от ряда факторов: вида крупы, температуры моечной воды, продолжительности процесса и т.п.

После мойки в непрерывно работающей моечной машине 7 крупы собирают в резервном бункере 8. Варка крупы осуществляется в варочном аппарате 10, куда с помощью мерника-дозатора 9 добавляют необходимое количество воды. Крупы и зернобобовые варят паром под давлением 0,15...0,20 МПа в присутствии воды в течение 30...45 мин. Количество подаваемой воды обуславливает степень гидратации крупы. При варке наблюдается слипаемость круп, поэтому при гидротермической обработке круп рекомендуется применение

растительных фосфатидов, которые препятствуют слипанию и комкообразованию, что позволяет вести гидротермическую обработку крупы до полной клейстеризации крахмала. Фосфатиды закладывают в варочный аппарат предварительно растворенными в гидрожире, нагретом до 40...55 °С. При загрузке 800 кг крупы в варочный аппарат добавляют 1,6 кг фосфатидов и 4,8 кг жира. Во избежание чрезмерной пептизации крахмала в варочный аппарат перед началом варки вводят стабилизатор (раствор поваренной соли, 19,5...20 % к массе крупы), предотвращающий чрезмерное набухание и стабилизирующий стенки крахмальных зёрен крупы.

Сваренную до готовности крупу передают на сборный транспортер 11, которым она направляется в бункер-разрыхлитель 12 и оттуда для подсушки до влажности 25...27 % – в сушилку 13. Подсушенную крупу плющат на вальцовом (плющильном) станке 14 с рифлёными валками.

Влажность гречневой крупы перед плющением должна быть 23 %, перловой и пшеничной – 18...22 %. Степень плющения крупы после предварительной подсушки влияет на длительность восстанавливаемости готового продукта при его оводнении. Для деформации крупинки при плющении применяют рифленые валки, с зазором между ними для гречневой крупы – 0,4...0,5 мм, для перловой и пшеничной – 0,3...0,4 мм.

Режимы производства круп, не требующих варки: давление пара в аппарате – 0,18...0,20 МПа, продолжительность варки – от 30 до 50 мин, влажность сваренной крупы – от 32...35 % до 38 %. Крупу досушивают в сушилке 15 при температуре сушильного агента 120 °С до влажности 9,0...9,5 %. Для подсушки крупы до плющения и её досушки после плющения применяются ленточные конвейерные сушилки.

Высушенную крупу освобождают от комочков и случайных примесей на крупосортировке 16, очищают от металлических примесей на магнитном сепараторе 17 и резервируют в бункерах 18. Далее крупу направляют на следующий процесс или, если крупа предназначена для другого предприятия, – на упаковку.

1.4 Пищевая ценность круп

Пищевую ценность крупы определяют её химический состав и усвояемость. Пищевая ценность обусловлена отсутствием в крупе вредных примесей и наличием незаменимых питательных веществ, соотношением её основных химических компонентов: белков, липидов

(жиров), углеводов, витаминов и минеральных элементов. По отсутствию примесей лучшими крупами являются: манная, кукурузная, шлифованный рис высшего сорта.

По наличию незаменимых питательных веществ наиболее ценны крупы гречневая, овсяная и гороховая. Энергетическая ценность круп – относительно высокая: овсяная – 305 ккал, пшено – до 348 ккал на 100 г (см. таблицу Г.2).

Белки разных круп неоднородны по аминокислотному составу, который для большинства круп не вполне сбалансирован и по соотношению лимитирующих аминокислот не соответствует оптимальному. Наиболее высокая биологическая ценность у гречневой крупы, лущёного гороха, овсяной, наименьшая – у манной, кукурузной. Наиболее высока усвояемость белков у круп: манной (89 %), пшена шлифованного (85 %) и рисовой (84 %), в меньшей степени усваиваются белки овсяной (76 %) и гречневой (74 %) круп. Биологическая ценность белков крупы связана не только со сбалансированностью аминокислот, но и со скоростью и степенью освобождения их в процессе пищеварения. Усвояемость белков снижает наличие клетчатки, препятствующей расщеплению крупы в организме.

Углеводы служат основным энергетическим материалом и обуславливают кулинарные качества крупы и её усвояемость. Состав углеводов крупы свидетельствует о степени обработки и качестве сырья.

Содержание *пищевых волокон* в крупе зависит от содержания их в исходном сырье и от технологии переработки. Например, в овсяных продуктах содержание пищевых волокон изменяется от 4,8 % в толокне до 8 % – в крупе. Пищевые волокна распределены в зерновке неравномерно, большая их часть сосредоточена в её периферийных частях: в семенных, плодовых оболочках и алейроновом слое. В плёнчатых культурах (гречихе, овсе, рисе, просе, ячмене) пищевые волокна сконцентрированы в цветочных плёнках, а в эндосперме их гораздо меньше.

Состав пищевых волокон крупяных продуктов на 70...80 % представлен гемицеллюлозой (ГМЦ), на 11...20 % целлюлозой и на 1,3...6 % лигнином. Оценивая содержание пищевых волокон в основных видах крупы с позиций современной характеристики пищевой ценности продуктов, можно отметить, что все крупы, кроме рисовой, попадают в группу с их высоким значением: более 3 г на 100 г продукта.

Слизистые вещества (гумми), состоящие из гексозанов и пентозанов, способствуют увеличению водопоглотительной способности крупы при варке и обуславливают вязкую консистенцию каши.

Липидов (жиров) в крупах мало, и они находятся в основном в виде комплексных соединений с белками и углеводами. Основное значение из них имеют фосфолипиды, наиболее высоким содержанием жира отличаются крупы из овса и проса.

Витамины присутствуют в крупах в небольших количествах и их содержание существенно снижается в процессе хранения. Разные крупы содержат в основном витамины В₁, В₂, РР, каротиноиды, токоферолы. Относительно витаминов группы В можно сказать следующее:

- витамин В₁ – высокое содержание (более 0,15 мг) имеют горох, крупа овсяная, гречневые ядрица и продел, пшено шлифованное, крупы Полтавская и Артек, удовлетворительное – остальные крупы;

- витамин В₂ – высоким содержанием (более 0,18 мг) отличается только ядрица, удовлетворительным – горох шлифованный, крупы Полтавская, Артек, овсяная, гречневый продел, ячневая, низкое – манная, рисовая, перловая, пшено шлифованное, кукурузная;

- витамин РР – высокое содержание (более 2 мг) отмечено у ядрицы и продела, ячневой крупы и гороха шлифованного, удовлетворительное – у остальных круп. Таким образом, безусловным лидером по содержанию всех трёх витаминов является ядрица.

Кроме всего вышеперечисленного, многие крупы являются богатыми по содержанию калия, магния, железа и других *зольных элементов*. Наиболее высоким их содержанием (в частности, более 350 мг

калия, более 40 мг магния) отличаются гречневая и овсяная крупы, горох шлифованный. Все крупы, за исключением двух – рисовой и манной, входят в группу с высоким содержанием железа (более 1,4 мг), лидируют в их числе горох и ядрица (соответственно 7 и 6,4 мг). Три вида крупы (горох шлифованный, крупа ячневая и овсяная) относятся к группе с удовлетворительным содержанием кальция (50–100 мг).

На базе крупяных продуктов можно создавать продукты с заданным составом и требуемыми свойствами как путём комбинирования различных видов (моно-, ди-, полизерновые хлопья, смеси, мюсли и др.), так и за счёт направленного изменения состава и биологической ценности (см. таблицы Г.3, Г.4).

1.5 Товароведно-технологические показатели качества крупы

Качество круп и способы его определения нормированы стандартами. При оценке качества круп используют органолептические показатели и показатели, определяемые лабораторными методами (влажность, количество доброкачественного ядра, наличие металлопримесей, заражённость зерновыми и крупяными вредителями, количество мучели и нешелушённых зёрен и т.д.). Устанавливают также уровень содержания радионуклидов, токсичных элементов и других токсикантов.

Оценка качества крупы начинается с внешнего осмотра, определения заражённости крупы вредителями и органолептической характеристики. После этого определяются влажность крупы и наличие в ней посторонних примесей. На основании данных о содержании примесей рассчитывают процент доброкачественного ядра (количество полноценной крупы в данной партии). В зависимости от содержания доброкачественного ядра определяются товарные сорта недроблённых круп.

Каждая крупа имеет типичную *окраску*; цвет крупы должен быть однотонным, без существенных различий в окраске отдельных крупинок. Внешний осмотр позволяет решить вопрос о *степени обработки*: хорошо обработанные крупинки, как правило, округлой формы с гладкой, блестящей поверхностью. Крупа должна быть *однородной по размеру* (стандартом ограничено количество расколотых крупинок) и не должна содержать *примесей*: сора, нешелушённых и испорченных зёрен.

Свежесть крупы устанавливают по запаху и вкусу, которые выражены слабо, но типичны для каждого вида крупы. Наличие посторонних вкуса и запаха свидетельствуют о присутствии в зерне семян сорных трав и других дефектах или об ухудшении качества крупы в период транспортирования и хранения.

По крупности и степени выравненности устанавливают номера дроблённых и шлифованных круп, для чего крупы просеивают через соответствующие сита. Выравненность для шлифованных круп должна быть не менее 80 %, а для дроблённых – не менее 75 %. Крупность и однородность крупы по размеру влияют на её кулинарные качества.

Для овсяных хлопьев, манной и кукурузной круп дополнительно определяется зольность; для круп из ячменя определяется недодир; для всех видов зерновых хлопьев определяется титруемая кислотность (кислотность по болтушке), позволяющая дать заключение о соблюдении нормальных условий хранения крупы.

Крупа пшеничная должна вырабатываться по ГОСТ 276-60 в соответствии с характеристиками, приведёнными в таблице 17.

Таблица 17 – Виды и характеристика пшеничной крупы

Вид	Характеристика
Полтавская	№ 1. Зерно пшеницы, освобождённое от зародыша и частично от плодовых и семенных оболочек, зашлифованное, удлинённой формы, с закруглёнными концами
	№ 2. Зашлифованные частицы дроблёного зерна, полностью освобождённые от зародыша и частично от плодовых и семенных оболочек, овальной формы с закруглёнными концами
	№ 3 и № 4. Зашлифованные частицы разной величины, полностью освобождённые от зародыша и частично от плодовых и семенных оболочек, округлой формы
Артек	Зашлифованные частицы мелкодроблёного зерна, освобождённые полностью от зародыша и частично от плодовых и семенных оболочек

Крупа пшеничная всех видов и номеров должна отвечать требованиям, представленным в таблице 18.

Таблица 18 – Основные показатели качества пшеничной крупы

Наименование показателя	Норма
Цвет	Жёлтый
Запах	Без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый
Вкус	Без посторонних привкусов, не кислый, не горький
Влажность, %, не более	14,0
Доброкачественное ядро, %, не менее	99,2
Сорная примесь, %, не более	0,3
Испорченные ядра, %, не более	0,2

Крупа пшено шлифованное должна вырабатываться из проса в соответствии с требованиями ГОСТ 572-60 (таблица 19).

Таблица 19 – Показатели и нормы пшённной крупы

Наименование показателя	Норма для сортов			
	высший	первый	второй	третий
Цвет	Жёлтый разных оттенков			
Запах	Без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый			
Вкус	Без посторонних привкусов, не кислый, не горький			
Влажность, %, не более	14			
Доброкачественное ядро, %, не менее	99,2	98,7	98,0	97,0
в том числе:				
а) битые ядра, не более	0,5	1,0	1,5	3,0
б) повреждённые ядра, не более	0,4	0,6	0,8	1,0
Сорная примесь, %, не более	0,3	0,4	0,4	0,7
в том числе:				
а) минеральная примесь, не более	0,05	0,05	0,05	0,05
б) вредная примесь, не более	0,05	0,05	0,05	0,05
Испорченные ядра, %, не более	0,2	0,5	0,8	1,3
Нешелушённые ядра, %, не более	0,3	0,4	0,6	1,0

Гречневая крупа, вырабатываемая из пропаренного или непропаренного зерна гречихи в соответствии с ГОСТ 5550-74 (таблица 20).

Таблица 20 – Виды и характеристика гречневой крупы

Вид крупы	Сорт	Способ обработки	Характеристика
1	2	3	4
Ядрица	1, 2, 3	Вырабатывается из непропаренного зерна отделением ядра от оболочек	Целые и надколотые ядра, не проходящие через сито из решётного полотна с продолговатыми отверстиями 1,6×20 мм
Продел	–		Расколотые ядра, проходящие через сито с отверстиями 1,6×20 мм и не проходящие через сито № 8

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4
Ядрица быстроразваривающаяся	1, 2, 3	Вырабатывается из пропаренного зерна отделением ядра от плодовых оболочек	Целые и надколотые ядра, не проходящие через сито из решётного полотна с отверстиями 1,6×20 мм
Продел быстроразваривающийся	–		Расколотые ядра, проходящие через сито с отверстиями 1,6×20 мм и не проходящие через сито № 8

Основные показатели качества гречневой крупы приведены в таблице 21. Продолжительность варки крупы быстроразваривающейся не должна превышать 25 минут.

Таблица 21 – Характеристики и нормы гречневой крупы

Наименование показателя	Ядрица / Сорт			Продел
	1	2	3	
Цвет	Кремовый с желтоватым или зеленоватым оттенком; для быстроразваривающейся крупы – коричневый разных оттенков			
Запах и вкус	Без посторонних запахов и привкусов			
Влажность, %, не более	14,0	14,0	14,0	14,0
Доброкачественное ядро, %, не менее	99,2	98,4	97,5	98,3
в том числе:				
а) колотые ядра, не более	3,0	4,0	5,0	–
б) зёрна пшеницы, не более	–	–	2,0	–
Не шелушенные ядра, %, не более	0,3	0,4	0,7	–
Сорная примесь, %, не более	0,3	0,4	0,7	–
в том числе:				
а) минеральная примесь, не более	0,05	0,05	0,05	0,05
б) органическая примесь, не более	–	–	–	0,2
Мучка, %, не более	–	–	–	0,5
Испорченные ядра, %, не более	0,2	0,4	1,2	0,5

Крупа ячменная (перловая и ячневая) вырабатывается из ячменя

путём удаления цветковых плёнок, частично плодовых и семенных оболочек и зародыша с обязательным шлифованием и полированием для перловой, дроблением и шлифованием для ячневой крупы по ГОСТ 5784-60. Характеристика всех видов ячменной крупы должна соответствовать требованиям, указанным в таблице 22.

Таблица 22 – Виды и характеристика ячменной крупы

Виды	Характеристика
Перловая, № 1, 2, 3, 4, 5	Ядро, освобождённое от цветковых плёнок, хорошо отшлифованное Крупа № 1 и 2 должна иметь удлинённую форму ядра с закруглёнными концами. Крупа № 3, 4 и 5 по форме должна быть шарообразной
Ячневая, № 1, 2, 3	Частицы дроблёного ядра разной величины и формы, полностью освобождённые от цветковых плёнок и частично от плодовых оболочек.

Крупа ячменная всех видов и номеров должна соответствовать требованиям, приведённым в таблице 23.

Таблица 23 – Показатели качества ячменной крупы

Наименование показателя	Норма для крупы	
	перловой	ячневой
Цвет	Белый с желтоватым, иногда с зеленоватым оттенком	
Запах и вкус	Без посторонних запахов и привкусов	
Влажность, %, не более	15,0	15,0
Доброкачественное ядро, %, не менее	99,6	99,0
в том числе недодир, %, не более (для перловой крупы № 1, 2 и ячневой крупы № 1)	0,7	0,9
Сорная примесь, %, не более	0,30	0,30
в том числе:		
а) минеральная примесь, %, не более	0,05	0,05
б) вредная примесь, %, не более	0,05	0,05
Мучка, %, не более	0,20	0,40

Рисовую крупу, произведённую в соответствии с ГОСТ 6292-93, подразделяют на типы (разновидности) и сорта (таблица 24), она должна соответствовать требованиям и нормам, указанным в таблице 25.

Таблица 24 – Сорты рисовой крупы

Вид и сорт крупы	Характеристика и способ обработки
Рис шлифованный экстра	Продукт, получаемый при шлифовании шелушённых зёрен риса I и II типа и состоящий из ядер с шероховатой поверхностью, у которых полностью удалены цветковые плёнки, плодовые и семенные оболочки, большая часть алейронового слоя и зародыша
высший первый второй третий	Продукт, получаемый при шлифовании шелушённых зёрен риса III типа и состоящий из ядер с шероховатой поверхностью, у которых полностью удалены цветковые плёнки, плодовые и семенные оболочки, большая часть алейронового слоя и зародыша, и имеющий содержание цветных ядер, не превышающее норм, установленных стандартом. А также шлифованные зёрна риса I и II типа, не прошедшие по качеству как сорт экстра
Рис дроблённый шлифованный (на сорта не делится)	Колотые, дополнительно шлифованные ядра риса I, II и III типов, размером менее 2/3 ядра, не прошедшие через сито с отверстиями диаметром 1,5 мм

Таблица 25 – Нормы основных показателей рисовой крупы

Наименование показателя	Характеристика и нормы для рисовой крупы сорта					
	экстра	высший	первый	второй	третий	дроблённый
1	2	3	4	5	6	7
Цвет	Белый	Белый с различными оттенками				
Запах	Без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый					
Вкус	Без посторонних привкусов, не кислый, не горький					
Влажность, %, не более	15,5					
Количество ядер, имеющих отношение ядра к ширине 2,3 и более, %, не менее	90	–				
Доброкачественное ядро, %, не менее	99,7	99,7	99,4	99,1	99,0	98,2
в том числе: а) рис дроблённый, %, не более	4,0	4,0	9,0	13,0	25,0	–

Продолжение таблицы 25

1	2	3	4	5	6	7
б) пожелтевшие ядра риса, %, не более	не допускаются	0,5	2,0	6,0	8,0	–
в) меловые ядра риса, %, не более	1,0	1,0	2,0	3,0	4,0	8,0
г) ядра с красными полосками, %, не более	не допускаются	1,0	3,0	8,0	10,0	не ограничивается
д) красные ядра, %, не более	Не допускается				1,0	не ограничивается
е) глютинозные ядра, %, не более	0,5	1,0	2,0	2,0	3,0	–
Нешелушёные ядра риса, %, не более	Не допускаются		0,2	0,3	0,3	–
Сорная примесь, %, не более	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,8
в том числе: а) минеральная примесь, %, не более	0,05					0,10
б) органическая примесь, %, не более	Не допускается		0,05			0,05

В составе всех видов круп не допускается заражённость вредителями хлебных запасов. Массовая доля металломагнитной примеси не должна превышать 3,0 мг/кг крупы.

Содержание токсичных элементов, микотоксинов и пестицидов во всех вышеперечисленных крупах не должно превышать допустимые уровни, установленные медико-биологическими требованиями и санитарными нормами качества продовольственного сырья и пищевых продуктов.

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Цель работы: Изучить ассортимент круп по образцам и учебно-методической литературе. Определить товарный сорт и оценить качество исследуемых образцов круп.

2.1 Изучение ассортимента круп

Задание для выполнения: изучить ассортимент круп по натуральным образцам-эталонам. Для каждого наименования крупы выявить внешние отличительные признаки: размер, форму, цвет крупинок (однородность окраски), степень шлифовки (для шлифованных круп) и др. Результаты наблюдений оформить по типу таблицы 26.

Таблица 26 – Крупы

Сырьё (зерновая культура)	Наименование крупы	Сорт, номер или марка крупы	Отличительные признаки
Ячмень	Перловая	№ 1	Отшлифованное ядро удлинённой формы с закруглёнными концами

2.2 Органолептическая оценка качества крупы

Задание для выполнения: определить вид и разновидность крупы. Провести органолептическую оценку качества крупы.

Для установления *цвета* часть образца рассыпают тонким сплошным слоем на листе чёрной бумаги или чёрной доске и рассматривают крупу при дневном рассеянном свете. Допускается определение цвета – кроме контрольного – и при искусственном освещении.

Определение *запаха*. Около 20 г крупы высыпают на чистую бумагу и исследуют её запах, отмечая присутствие затхлого, постороннего запаха или запаха плесени.

Для усиления ощущения запаха можно поместить крупу в фарфоровый стакан, накрыть часовым стеклом и прогреть в течение 5 минут на кипящей водяной бане, или высыпать крупу в стакан и на 2...3 минуты облить её горячей, около 60 °С водой.

Вкус определяют в размолотой крупе путём разжёвывания около одного грамма. При установлении вкуса следует обратить внимание на наличие *хруста*. Устанавливают следующие оттенки вкуса: нормальный, с горечью, кислый, посторонний привкус.

В спорных случаях запах, вкус и хруст крупы определяют путём дегустации сваренной из неё каши.

Результаты органолептических исследований следует записать в тетрадь.

2.3 Определение содержания доброкачественного ядра

Задание для выполнения: установить сорт крупы на основании определения количества примесей и процентного содержания доброкачественного ядра.

Для проведения данного анализа взвешенную на технических весах навеску крупы (от 20 до 100 г, в зависимости от вида крупы) помещают на анализную доску и с помощью пинцета разбирают на следующие фракции:

- сорная примесь (минеральная и органическая примесь, семена культурных и сорных растений);
- испорченные зёрна крупы (явно изменившиеся по цвету);
- необрушенные зёрна данной культуры (с оболочками);
- мучель;
- битые и колотые зёрна (в случае недроблёной крупы).

Каждую фракцию отдельно взвешивают на технических весах и определяют её процентное отношение к навеске крупы.

Содержание доброкачественного ядра (*ДЯ*) рассчитывают по формуле (в процентах)

$$\begin{aligned} ДЯ = 100 - (сорная примесь + испорченное зерно + \\ + необрушенное зерно + мучель + битое зерно - \\ - сверх допустимой нормы). \end{aligned}$$

Показатель (*ДЯ*) определяют с точностью до 0,1 %. Допускается расхождение между двумя параллельными определениями не более 0,5 %.

При определении *ДЯ* в рисовой крупе учитывают особенности выделения в этой крупе ядер с отклонениями по качеству:

- *красные прожилки* имеют ядра, частично сохранившие оболочки зерна (зерно после снятия цветковых плёнок). Неочищенное зерно имеет цвет от красного до буро-коричневого;

- *пожелтевшие ядра* – это ядра с эндоспермом жёлтого цвета различной интенсивности;

- *глитинозные ядра* имеют плотный эндосперм, напоминающий молочное стекло. Такие ядра на разрезе – одинаковой окраски, стеаринообразные, без мучнистых и стекловидных пятен.

Для лучшего распознавания мучнистых и глитинозных зёрен их обрабатывают слабым раствором йода (2–3 капли йодной настойки на 10...15 мл дистиллированной воды). Глитинозные ядра при этом приобретают красно-бурую или коричневую окраску, обусловленную содержанием продуктов распада крахмала до декстринов. Мучнистые ядра тёмно-синей окраски, обусловленной содержанием крахмала.

Полученные результаты по содержанию отдельных примесей и доброкачественного ядра сравнивают с нормами стандарта на данный вид крупы, в соответствии с которым устанавливают её товарный сорт. Если хотя бы по одному показателю крупа не соответствует предполагаемому сорту (например, высшему), то она переводится на категорию ниже (первый сорт) или признаётся нестандартной (не соответствует даже третьему сорту).

Рекомендуемая форма записи результатов определения:

Навеска крупы, г _____
Сорная примесь, % _____
в т.ч. минеральная _____
вредная _____
Испорченные крупинки, % _____
Мучель, % _____
Нешелушёные зёрна, % _____
Битые зёрна, % _____
Д.Я., % _____
Сорт крупы _____

Пример. При анализе 25 г пшена (высший сорт) найдено примесей, %:

испорченных ядер – 0,12; сорной примеси – 0,28;
нешелушёных зёрен – 0,1; битых ядер – 0,7.

Всего примесей 1,2.

Так как по стандарту (ГОСТ 572-60) к примесям относят битые ядра в количестве, превышающем допустимые стандартом нормы для

каждого сорта (в данном случае сверх 0,5 % – норма для пшена высшего сорта), то общее количество битых ядер следует уменьшить на это значение и примесями считать только $(0,7 - 0,5) = 0,2$ %. Тогда общее количество примесей составит $(1,2 - 0,5) = 0,7$ %, а процент доброкачественного ядра в крупе пшена $(100 \times 0,7) = 99,3$ %.

Следовательно, рассматриваемый образец крупы относится к высшему сорту (по ГОСТ 572-60 – не менее 99,2 %).

2.4 Оценка физико-химических показателей качества крупы

Задание для выполнения: установить соответствие крупы товарному сорту по результатам инструментальных и химических методов анализа.

Для определения влажности и кислотности навеску крупы массой 50 г предварительно измельчают на лабораторной мельнице, перемешивают продукт помола и отбирают для проведения анализов навески, предусмотренные методиками.

Определение *влажности крупы* проводится высушиванием в сушильном шкафу навески массой 2,5...5 г (при 130...140 °С в течение 40 мин) по убыли её массы.

В два пустых бюкса, просушенных до постоянной массы и взвешенных на аналитических весах, помещают 2...2,5 г крупы, взвешивая бюксы с навеской с точностью до 0,0002 г. Взвешенные бюксы с крупой помещают в сушильный шкаф, разогретый до температуры 140 °С. После повторного установления этой температуры высушивание крупы ведут в течение 40 мин. Далее бюксы охлаждают в эксикаторе и взвешивают на аналитических весах.

Влажность крупы, %, рассчитывают по формуле

$$w = 100 \cdot (m_1 - m_2) / m,$$

где m_1 – масса бюкса с крупой до высушивания, г;

m_2 – масса бюкса с навеской после высушивания, г;

m – масса навески крупы до высушивания, г.

По результатам анализа делается заключение о соответствии крупы требованиям стандарта.

Зольность определяют для манной крупы, мелкой кукурузной крупы и всех видов зерновых хлопьев, включая овсяные. Определение зольности проводится озолением крупы в муфельной печи с последующим выражением массы несгораемого остатка золы в процентах на сухое вещество навески.

В два пустых фарфоровых тигля, прокалённых до постоянной массы и взвешенных на аналитических весах, помещают 2...2,5 г крупы, взвешивая тигли с навеской с точностью до 0,0002 г.

Взвешенные тигли с крупой помещают в муфельную печь и озоляют навески до тех пор, пока цвет золы не станет белым или светло-серым. Далее тигли охлаждают и снова взвешивают на аналитических весах.

Зольность, % на а.с.в., вычисляют по формуле

$$Z = \frac{m_3 \cdot 10000}{m \cdot (100 - \omega)},$$

где m_3 – масса золы, г;

m – масса навески крупы до озоления, г;

ω – влажность крупы, %.

Титруемую кислотность (кислотность по болтушке) определяют только у зерновых хлопьев. Определение этого показателя основано на титровании гидроокисью натрия всех кислотореагирующих веществ крупы.

Для проведения анализа в коническую колбу ёмкостью 150–300 мл вливают 50 мл дистиллированной воды и всыпают взвешенную на технических весах навеску измельчённой крупы (5 г), после чего тщательно перемешивают содержимое колбы до тех пор, пока не останется ни одного комочка продукта.

К полученной болтушке добавляют 3...4 капли 1 %-ного спиртового раствора фенолфталеина и титруют примерно 0,1 н раствором едкого натра до появления устойчивой бледно-розовой окраски, не исчезающей при спокойном стоянии колбы в течение 20...30 секунд. В случае, если по истечении указанного времени розовое окрашивание после взбалтывания исчезает, то прибавляют ещё 3...4 капли фенолфталеина. Если при этом в колбе вновь появляется розовое окрашивание, то титрование считают законченным.

Результаты титрования выражают в градусах Неймана (°Н). Число градусов кислотности X соответствует объёму нормального раствора щёлочи, необходимого для нейтрализации кислот в 100 г продукта.

Расчёт кислотности проводят по формуле

$$X = \frac{V \cdot K \cdot 100}{m \cdot 10},$$

где V – объём раствора щёлочи, пошедшей на титрование, мл;

K – поправка к 0,1 н раствору щёлочи;

100 – коэффициент пересчёта на 100 г крупы;

m – навеска крупы, г;

10 – коэффициент перевода 0,1 н раствора щёлочи в 1 н.

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

допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 0,2 °Н.

2.5 Оценка потребительских качеств крупы

Задание для выполнения: оценить потребительские качества крупы по показателям развариваемости – времени, затраченному на варку крупы, способности крупы поглощать влагу при варке (увеличиваться в весе и объёме) – и по качеству сваренной каши.

Развариваемость крупы определяют продолжительностью варки (в минутах), необходимой для доведения крупы до готовности к употреблению. Крупу перед определением развариваемости не моют, продолжительность варки (время в минутах) считают с момента погружения стакана с крупой в кипящую водяную баню до окончания варки – момента готовности каши. Для определения развариваемости крупы в водяную баню наливают до 2/3 объёма воды, баню включают в сеть и доводят воду до кипения.

В два стеклянных химических стакана ёмкостью от 100 до 150 мл наливают по 50 мл горячей воды и добавляют по 0,2 г предварительно взвешенной поваренной соли. Стаканы помещают в кипящую водяную баню, их содержимое перемешивают до растворения соли.

Когда вода в стаканах нагреется до 95...96 °С, в них высыпают по 10 г анализируемой крупы и закрывают часовым стеклом. Уровень воды в бане должен быть немного выше уровня крупы в стаканах – такой уровень поддерживают до окончания варки.

Пробы для установления готовности крупы отбирают через 20...25 минут от начала варки и, при необходимости, повторяют через каждые 3 минуты. Для этого ложечкой из середины стакана (на глубину ложечки) на предметное стекло отбирают 5...6 крупинок, накрывают сверху другим стеклом и раздавливают вручную крупинки между стёклами. Сваренной считается совершенно мягкая, но не деформированная, крупа, которая при раздавливании между стёклами не имеет мучнистых непроваренных частиц.

После определения времени варки из другого стаканчика устанавливают весовой и объёмный привар. Для этого содержимое стаканчика выкладывают в сито и дают стечь жидкости (2...3 минуты), взвешивают крупу и, разделив вес вареной крупы на 10, рассчитывают весо-

вой привар. Затем определяют объём каши и рассчитывают объёмный привар. Для определения первоначального объёма крупы в цилиндр на 100 мл наливают 50 мл воды, погружают в воду сырую крупу и, по увеличению объёма воды рассчитывают объём крупы. Объём сваренной крупы рассчитывают аналогично.

Оценка *кулинарных качеств крупы* включает: определение продолжительность варки, увеличение массы и объёма, вкус, запах и консистенцию сваренной каши.

Время варки и поглощения воды, обусловленное свойствами коллоидов, для разных круп различно. Для оценки органолептических показателей – *вкуса, запаха, цвета и консистенции* (таблица 27) – выбраны признаки качества, наиболее типичные для данной продукции, с тем, чтобы сопоставлять крупу разных предприятий и следить за её изменениями в период хранения.

Таблица 27 – Бальная система оценка каши

Признак	Характеристика признака	Оценочный балл
Цвет	Типичный для данного вида крупы, однотонный	5
	Типичный для данного вида крупы, однотонный, слегка потемневший (или посветлевший)	4
	Типичный для данного вида крупы, но неоднотонный (пёстрый)	3
	Изменённый (посветлевший или потемневший при хранении)	2
	Нетипичный (значительно изменённый в связи с ухудшением качества)	1
Запах	Типичный для данного вида крупы, ярко выражен	5
	Типичный для данного вида крупы, выражен слабо	4
	Не выражен (отсутствует)	3
	Нетипичный, слегка изменённый (лежалый, солодовый и др.), но выражен слабо	2
	Нетипичный, посторонний, выражен довольно значительно	1
Консистенция	Типичная, однородная, разделистая	5
	Типичная, однородная, малоразделистая (липковатая или жестковатая)	4
	Типичная с наличием неоднородно разваренных крупинок	3
	Типичная, однородная (липкая или жёсткая)	2
	Нетипичная, неоднородная, местами водянистая, жёсткая	1
Вкус	Типичный для данного вида крупы, ярко выражен	5
	Типичный, выражен слабее (может ощущаться при разжёвывании)	4
	Не выражен (отсутствие характерного вкуса)	3
	Нетипичный со слабовыраженным посторонним привкусом (лежалым, солодовым, кисловатым, горьковатым и др.)	2

	Нетипичный, несвежий (посторонний, выражен довольно сильно)	1
--	---	---

Цвет, запах, вкус и консистенцию каши оценивают согласно таблице 27.

Поскольку органолептические характеристики имеют неодинаковое значение в оценке каши, приняты так называемые коэффициенты весомости. При оценке вкуса такой коэффициент равен 8, при оценке запаха – 5, консистенции – 4 и цвета – 3.

Умножением оценочного балла (5) на коэффициент весомости получают суммарную оценку в баллах, на основании которой судят о качестве крупы: каша из крупы отличного качества должна иметь не ниже 90 баллов, хорошего качества – от 89 до 80 баллов включительно, удовлетворительного качества – от 79 до 60 баллов.

Каша, получившая суммарную оценку ниже 60 баллов, считается непригодной в пищу.

Запись результатов оформить в следующем виде:

Вид крупы _____

Продолжительность варки, мин _____

Вес сырой крупы, г _____

Весовой привар _____

Объем сырой крупы, мл _____

Объем сваренной крупы, мл _____

Объемный привар _____

Органолептические показатели каши:

Цвет _____

Запах _____

Вкус _____

Консистенция _____

Суммарная оценка качества каши _____

Заключение _____

3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЧАСТИ 3

1. Что называется крупой?
2. От каких факторов зависит качество крупы?
3. Назовите и охарактеризуйте основные этапы процесса получения крупы.
4. В чем заключается подготовка сырья к производству крупы? С помощью какого оборудования осуществляют эту подготовку?
5. Какие изменения в составе зерна вызывает гидротермическая обработка?
6. В чём заключается шелушение (обрушивание) зерна?
7. С какой целью проводят операцию дробления крупы?
8. Какие изменения вызывают процессы шлифования и полирования крупы?
9. Назовите основные стадии производства варёно-сушёных круп.
10. Назовите основные стадии производства крупы повышенной биологической ценности.
11. Какие признаки положены в основу классификации круп?
12. Какие крупы подразделяют на товарные сорта? Какие показатели являются при этом определяющими?
13. Чем определяется номер крупы? Какие крупы делятся на номера?
14. Для каких круп установлено деление на марки? По какому принципу крупы делят на марки?
15. Охарактеризуйте порядок оценки качества крупы?
16. Приведите перечень показателей, регламентируемых для круп согласно стандарту.
17. Что подразумевается под «кулинарными (потребительскими) достоинствами крупы»?
18. Охарактеризуйте пищевую ценность традиционных круп и круп быстрого приготовления.
19. Какие факторы влияют на формирование потребительских характеристик круп повышенной биологической ценности?
20. Назовите условия хранения крупы.

4 МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Часть 1. ЗЕРНО

1. Зерновая смесь хлебных злаков и гречихи (~100 г)
2. Доска для анализа
3. Весы технические лабораторные
4. Раствор едкого натра 5 %-ный
5. Диафаноскоп
6. Фарфоровая чашка ёмкостью 100–250 мл
7. Лабораторная мельница (либо кофемолка)
8. Коническая колба на 200 мл, с пробкой
9. Электрическая плитка
10. Водяная баня
11. Пинцеты и препаровальные иглы
12. Ступка и пестик
13. Металлическая сетка
14. Лупа.

Часть 2. МУКА

1. Образцы муки разных видов и товарных сортов
2. Стекланные или фарфоровые стаканы ёмкостью 100 и 250 мл
3. Технические и аналитические весы
4. Шпатели
5. Электрическая плитка
6. Термометр
7. Сушильный шкаф
8. Бюксы
9. Муфельная печь
10. Тигли
11. Мерный цилиндр ёмкостью 100 мл
12. Конические колбы на 150–300 мл
13. Бюретка на 25 мл
14. 1 %-ный раствор фенолфталеина
15. 0,1 н раствор едкого натра
16. Фарфоровая чашка или кристаллизатор ёмкостью 1–2 л
17. Буферный 2 %-ный раствор* поваренной соли (рН=6,2)
18. 0,001 н раствор йода
19. Линейка
20. рН-метр лабораторный.

* Раствор готовят в день работы. 100 г поваренной соли (NaCl) растворяют в воде, добавляют 3,77 г KH_2PO_4 и 1,23 г $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Доводят водой до 5 л.

Часть 3. КРУПА

1. Образцы круп
2. Стеклянные или фарфоровые стаканы ёмкостью 100 и 250 мл
3. Технические и аналитические весы
4. Шпатели
5. Электрическая плитка
6. Термометр
7. Сушильный шкаф
8. Бюксы
9. Муфельная печь
10. Тигли
11. Мерный цилиндр ёмкостью 100 мл
12. Конические колбы на 150–300 мл
13. Бюретка на 25 мл
14. 1 %-ный раствор фенолфталеина
15. 0,1 н раствор едкого натра
16. Доска для анализа
17. Пинцет
18. Водяная баня
19. Мельница лабораторная
20. Соль поваренная
21. Часовые стёкла
22. Чайная ложка или шпатель
23. Предметные стёкла
24. Набор сит.

5 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ

2. К работе допускаются лица, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам работы.

3. Студент, нарушивший правила техники безопасности, подвергается в обязательном порядке внеочередному инструктажу и проверке знаний.

4. Каждый работающий должен иметь халат и салфетку для вытирания посуды.

5. До начала выполнения работы необходимо изучить методику проведения эксперимента и ознакомиться с особенностями опытного материала.

6. Категорически запрещается выполнение любых экспериментов, не предусмотренных планом лабораторных работ.

7. В лаборатории запрещается носить широкополую одежду. Длинные волосы должны быть убраны.

8. При использовании электроприборов нужно проверить их исправность и электробезопасность.

9. По окончании работы следует убрать своё рабочее место и сдать его дежурному студенту или преподавателю.

6 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЁТА ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

После выполнения всей работы проводится обработка экспериментальных данных и оформление отчёта по лабораторному практикуму.

Структура лабораторного отчета:

- титульный лист;
- цель работы (объект исследования);
- теоретическая часть;
- экспериментальная часть;
- выводы.

На титульном листе указываются следующие данные: наименование организации, наименование кафедры, название работы, ф.и.о. студента, номер группы, дата постановки (и окончания) опыта, ф.и.о. преподавателя.

Экспериментальная часть включает описание методики проведения опыта, зарисовки и краткое описание устройства приборов или установки; полученные результаты анализа, расчёты, графики, таблицы и другие данные.

В выводах анализируются и объясняются полученные результаты.

Текст работы пишется аккуратно, от руки, чернилами или пастой в ученической тетради или на сброшюрованных листах формата А4 с соблюдением ГОСТ 2.105, ГОСТ 7.1. Допускается оформление работы в виде принтерных распечаток с соблюдением вышеназванных стандартов.

При оформлении отчёта по лабораторной работе не допускается:

- сокращать наименование единиц физических величин, если они употребляются без цифр;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, а также ГОСТ 7.12;
- употреблять в тексте математические знаки без цифр, например, \leq (меньше или равно), \geq (больше или равно), \neq (не равно), а также знаки \varnothing (диаметр), % (процент), № (номер), параграф, применять индексы стандартов (ГОСТ, ОСТ, СТ СЭВ, СТ ИСО, СТ МЭК) без регистрационного номера.

Отчёты по лабораторному практикуму составляются каждым студентом индивидуально.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Внешний вид и химический состав некоторых видов продовольственных культур

Пшеница



Рожь



Тритикале



Ячмень



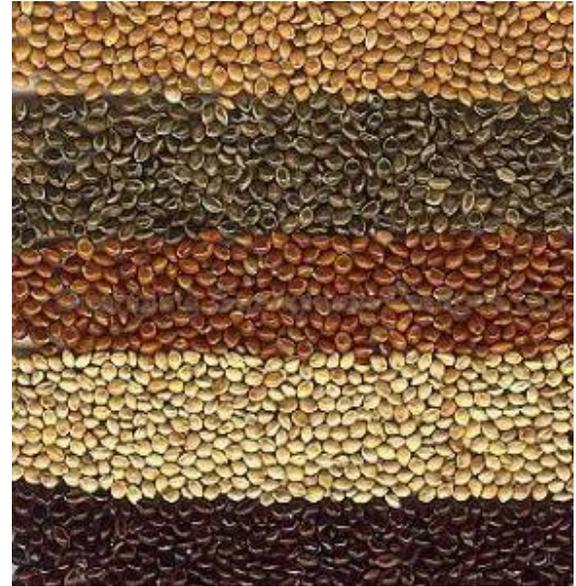
Овёс



Гречиха



Просо



Кукуруза



Горох



Соя



Рисунок А.1

Таблица А.1 – Химический состав различных анатомических частей зерна злаков и гречихи, % на сухое вещество [1]

Культура и части зерна	Белок	Крахмал	Сахар	Клетчатка	Липиды	Зольность
Пшеница:						
эндосперм	12,91	78,82	3,54	0,15	0,68	0,45
алеироновый слой	49,24	–	6,82	6,41	8,16	13,93
зародыш	41,30	–	25,12	2,46	15,04	6,32
оболочки	10,56	–	2,59	23,73	7,46	4,78
целое зерно	16,06	63,07	4,32	2,76	2,24	2,18
Рожь:						
эндосперм	11,61	78,03	4,35	0,88	0,63	0,42
алеироновый слой	16,21	–	5,87	3,70	2,40	7,97
зародыш	40,70	–	26,82	4,41	16,78	6,43
целое зерно	14,03	65,37	5,14	3,21	1,98	2,02
Ячмень:						
эндосперм	13,0	82,0	0,1	0,5	1,5	0,5
зародыш	25,0	–	3,0	4,0	22,0	7,0
плёнки	3,3	–	0,8	29,1	0,5	9,4
оболочки	10,5	–	0,3	13,0	15,0	6,0
зерно в плёнках	12,0	60,3	0,6	5,8	2,7	2,7
Гречиха:						
плодовая оболочка	4,0	–	0,3	68,1	0,8	1,8
эндосперм	10,0	85,0	1,2	0,7	0,5	0,3
целое зерно	14,5	60,0	1,5	14,5	2,7	2,2

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Характеристика основных видов примесей и амбарных вредителей

Засорённость зерна – показатель, характеризующий физический состав зерна. Она влияет на устойчивость зерновой массы при хранении, снижает выход и качество крупы и муки.

К **сорной примеси** в зерне большинства культур относят:

- пылевидные частицы, минеральный (земля, камешки и другие включения) и органический (части стебля, колоса, пустые плёнки, остья) сор;

- сорные семена, к которым принадлежат семена дикорастущих растений, а также всех культурных растений, кроме специально оговоренных в стандарте;

- испорченные зёрна – загнившие и заплесневевшие, с повреждённым ядром;

- металлопримеси.

При анализе гречихи к сорным примесям относят и мелкие недоразвитые зёрна.

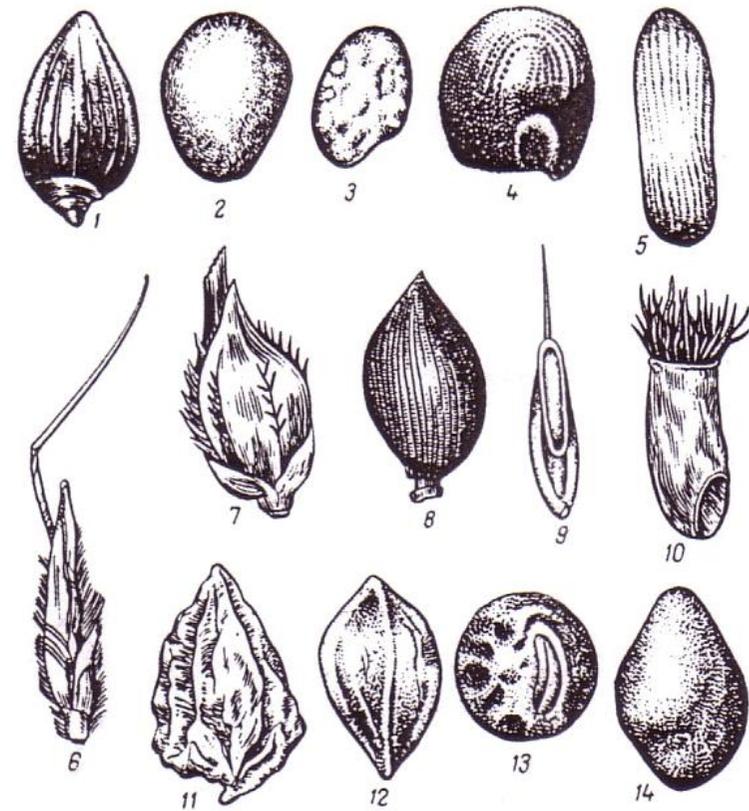
К сорным относят также примеси, обладающие вредными, ядовитыми свойствами.

К **вредным** относят примеси различного происхождения:

- грибы сумчатые (спорынья) и базидиальные (головня);

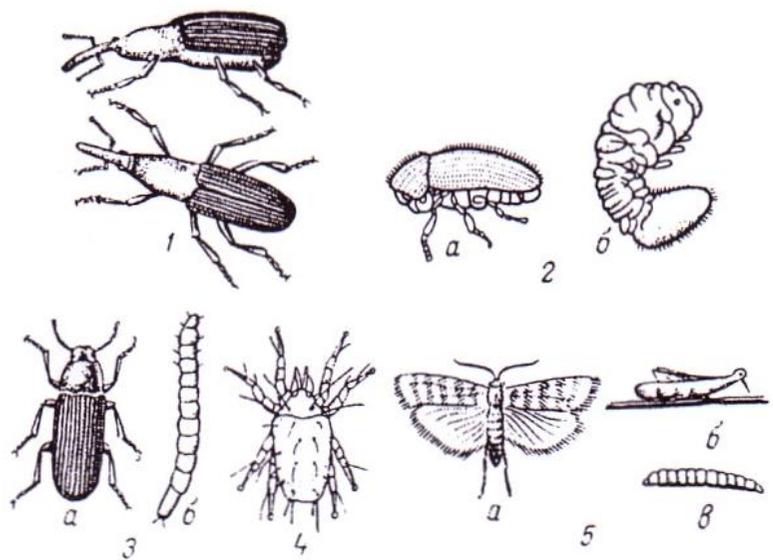
- семена некоторых дикорастущих растений – куколь, горчак, вязель и др.

В стандартах перечисляются сорные травы, которые недопустимы при переработке в муку и крупу. Нормируются семена ядовитые и имеющие грибковые заболевания. Нормы устанавливаются на семена одного или сразу нескольких сорных растений.



1 – горчак розовый; 2 – софора лисохвостная; 3 – донник желтый;
 4 – куколь; 5 – вязель разноцветный; 6 – овсюг; 7 – просо куриное;
 8 – просо рисовое; 9 – пырей ползучий; 10 – василёк;
 11 – татарская гречиха; 12 – гречишка-вьюнок; 13 – вика посевная;
 14 – вьюнок полевой

Рисунок Б.1 – Основные виды вредных примесей



1 – долгоносик; 2 – притворяшка-вор: а – жук, б – личинка;
 3 – малый мучной хрущак: а – жук, б – личинка;
 4 – мучной клещ; 5 – мельничная огневка: а, б – бабочка, в – гусеница

Рисунок Б.2 – Основные виды амбарных вредителей

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Перечень карантинных вредителей, заболеваний и растений

Карантинные вредители

Восточный мучнистый червец	<i>Pseudococcus citriculus</i> Green
Западный кукурузный жук	<i>Diabrotica virgirera virgifera</i> le Conte
Китайская зерновка	<i>Callosobruchus chinensis</i> L.
Четырехлятнистая зерновка	<i>Callosobruchus maculatus</i> F.

Карантинные заболевания

Грибные

Диплодиоз кукурузы	<i>Stenocarpella macrospore</i> Sutton <i>Stenocarpella maydis</i> Sutton
Индийская головня пшеницы	<i>Tilletia (Neovossia) indica</i> Mitra
Пятнистость листьев кукурузы	<i>Cochliobolus carbonum</i> R.R. Nelson <i>Cochliobolus Heterostrophus</i> (Drechsler)
Южный гельминтоспориоз кукурузы раса Т	<i>Drechsler Rasa T (Helminthosporium maydis Nisicado et Miyake)</i>
Фомопсис подсолнечника	<i>Phoinopsis helianthi</i>

Бактериальные

Бактериальное увядание (вилт) кукурузы	<i>Erwinia stewartii</i> (Smith) Dye
Бактериальный ожог риса	<i>Xanthomonas oryzae</i> pv <i>oi-yzae</i> (Ishiyama) swings et al.
Бактериальная полосатость риса	<i>Xanthomonas oi'ryzae</i> pv <i>oryzicola</i> (Fang et al) Swings et al.

Карантинные сорные растения

Амброзия полыннолистная	<i>Ambrosia artemisifolia</i> L.
Амброзия трехраздельная	<i>Ambrosia trifida</i> L.
Амброзия многолетняя	<i>Ambrosia psilostachya</i> D.C.
Горчак ползучий (розовый)	<i>Acroptilon repens</i> D.C.
Стриги (все виды)	<i>Striga</i> (sp. sp.)
Повилики (все виды)	<i>Cuscuta</i> (sp. sp.)
Ценхрус малоцветковый (якорцевый)	<i>Cenobrus pauciflorus</i> Benth (<i>tribuloides</i> L.)

Таблица Г.2 – Химический состав и энергетическая ценность круп,
на 100 г крупы [2]

Компонент		Крупа						
		ман- ная	греч- невая яд- рица	рисо- вая	пше- но	овся- ные хло- пья	пер- ло- вая	яч- мен- ная
Вода, г		14,0	14,0	14,0	14,0	12,0	14,0	14,0
Белки, г		10,3	12,6	7,0	11,5	11,0	9,3	10,0
Жиры, г		1,0	3,3	1,0	3,3	6,2	1,1	1,3
Углев оды, г	моно- и дисахар иды	0,3	1,4	0,7	1,7	1,2	0,9	1,1
	крахмал	67,4	60,7	70,7	64,8	48,9	65,6	65,2
	клетчатка	0,2	1,1	0,4	0,7	1,3	1,0	1,4
Зола, г		0,5	1,7	0,7	1,1	1,7	0,9	1,2
Мине- раль- ные ве- щест- ва, мг	Na	3	3	12,0	10,0	20	10	15
	K	130	380	100	211	330	172	205
	Ca	20	20	8	27	52	38	80
	Mg	18	200	50	83	129	40	50
	P	85	298	150	233	328	323	343
Витам ины, мг	Fe	1,0	6,7	1,0	2,7	3,6	1,8	1,8
	β-каротин	–	0,01	–	0,02	–	–	–
	B ₁	0,14	0,43	0,08	0,42	0,45	0,12	0,27
	B ₂	0,04	0,20	0,04	0,04	0,10	0,06	0,08
PP		1,20	4,19	1,60	1,55	1,0	2,00	2,74
Энергетическая ценность, ккал		238	335	330	348	305	320	324

Таблица Г.3 – Рецептуры круп повышенной пищевой ценности

Виды круп	Состав	Соотношение компонентов
Юбилейная	Мука рисовая	75
	Мука макаронная первого сорта (полукрупка)	15
Спортивная	Мука овсяная	90
	Сухое обезжиренное молоко	10
Пионерская	Мука гречневая	90
	Обезжиренное сухое молоко	10
Флотская	Мука гречневая	70
	Мука ячневая	30
Сильная	Мука гороховая	70
	Мука ячневая	15
	Мука макаронная первого сорта (полукрупка)	15
Здоровье	Мука рисовая	73
	Мука макаронная первого сорта (полукрупка)	15
	Обезжиренное сухое молоко	10
	Сухой яичный белок или яичный продукт в натуральном или замороженном виде (меланж)	2
Союзная	Мука гречневая	70
	Мука ячневая	28
	Сухой яичный белок или яичный продукт в натуральном или замороженном виде (меланж, белок)	2
Южная	Мука кукурузная	50
	Мука ячневая	10
	Мука гороховая	20
	Мука макаронная первого сорта (полукрупка)	20

Таблица Г.4 – Химический состав круп повышенной пищевой ценности

Наименование	Содержание белка, %	Соотношение белков животного и растительного происхождения	Суммарное содержание незаменимых аминокислот, мг/г белка	Суммарное содержание кальция, фосфора, железа, калия и магния, мг %
Пионерская	17,70	1:1,41	493,2	1058,0
Спортивная	18,7	1:5	479,4	1355,1
Молодежная	18,08	1:5	356,1	1066,2

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Схемы технологических процессов мукомольного производства

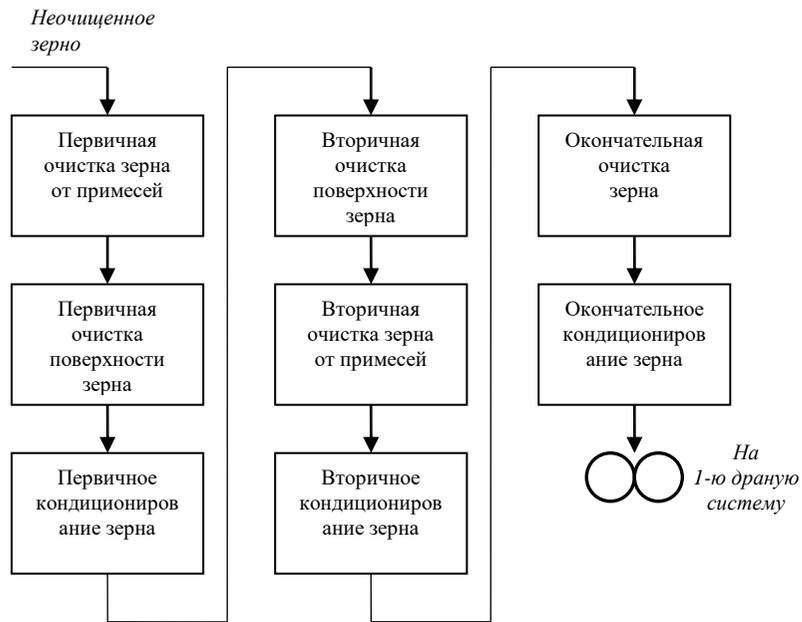


Рисунок Д.1 – Принципиальная схема технологических процессов очистки и подготовки зерна к помолу

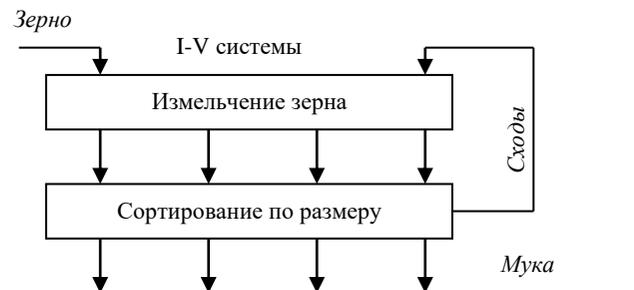


Рисунок Д.2 – Принципиальная схема обойного помола

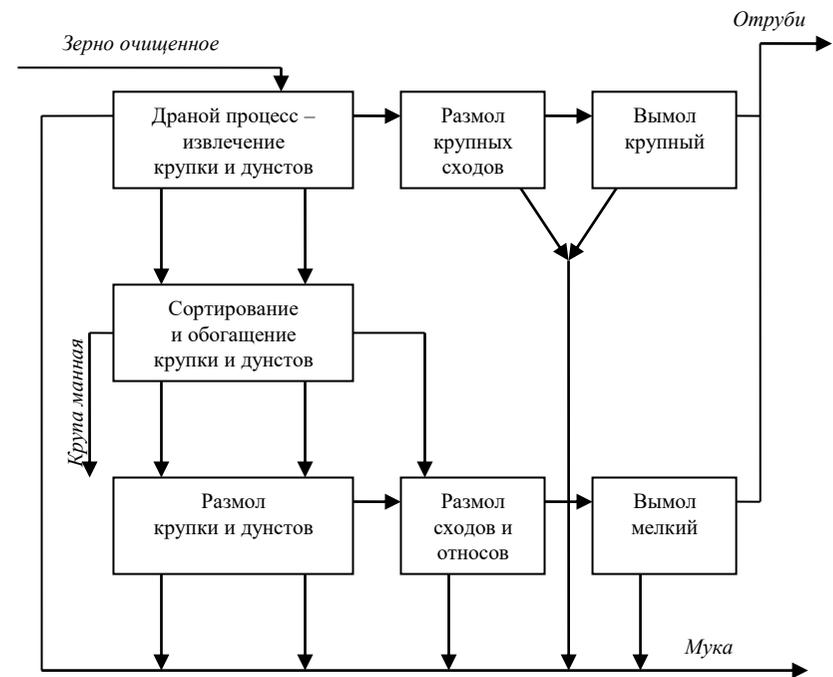


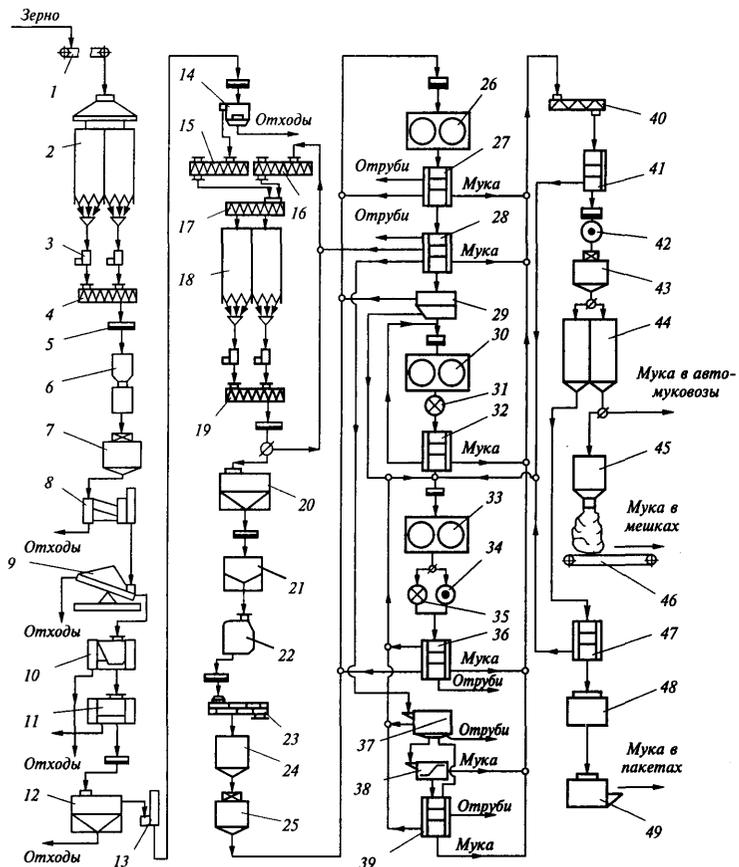
Рисунок Д.3 – Принципиальная схема сортового помола



Рисунок Д.4 – Деташер А1-БДГ



Рисунок Д.5 – Энтолейтор БЭР

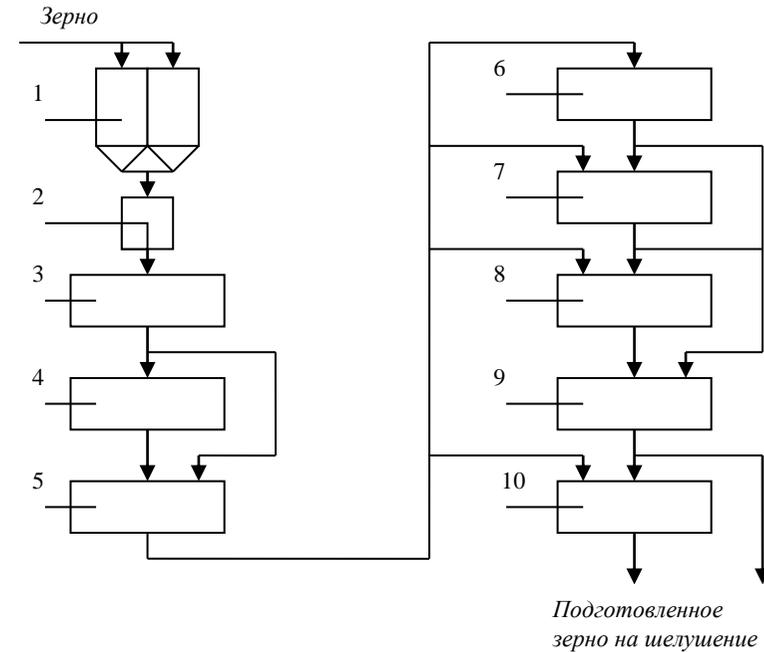


1 – цепной конвейер; 2, 18, 44 – силосы; 3 – регуляторы потока зерна; 4, 15, 17, 19, 40 – винтовой конвейер; 5 – магнитные сепараторы; 6 – подогреватель зерна; 7, 25, 43 – весовой дозатор; 8 – зерноочистительный сепаратор; 9 – камнеотделительная машина; 10 – куколеотборник; 11 – овсюгоотборник; 12 – обоечная машина; 13, 22 – воздушный сепаратор; 14 – машина мокрого шелушения; 16, 23 – аппарат для увлажнения; 20 – обоечная машина; 21 – энтолейтор-стерилизатор; 24 – бункер; 26, 30, 33 – вальцовый станок; 27, 28, 32, 36, 39, 41, 47 – рассев; 29 – ситовечные машин; 31, 35 – деташер; 34, 42 – энтолейтор; 37 – бичевые вымольные машины; 38 – центрифугалы; 45 – весовыбойное устройство; 46 – конвейер; 48 – фасовочная машина; 49 – упаковочная машина

Рисунок Д.6 – Машинно-аппаратурная схема линии мукомольного производства

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Принципиальные схемы технологических процессов подготовительного и шелушильного отделений крупяного завода



1 – бункеры для зерна, прошедшего предварительную очистку; 2 – весы; 3 – первичное сепарирование в воздушно-ситовых сепараторах; 4 – очистка поверхности зерна в обочных машинах; 5 – вторичное сепарирование в воздушно-ситовых сепараторах; 6 – сортирование на фракции; 7 – выделение камней в камнеотделительных машинах; 8 – выделение коротких и длинных примесей в триерах; 9 – сепарирование в аспираторах или воздушно-ситовых сепараторах; 10 – гидротермическая обработка

Рисунок Е.1 – Принципиальная схема очистки и подготовки крупяного зерна к шелушению

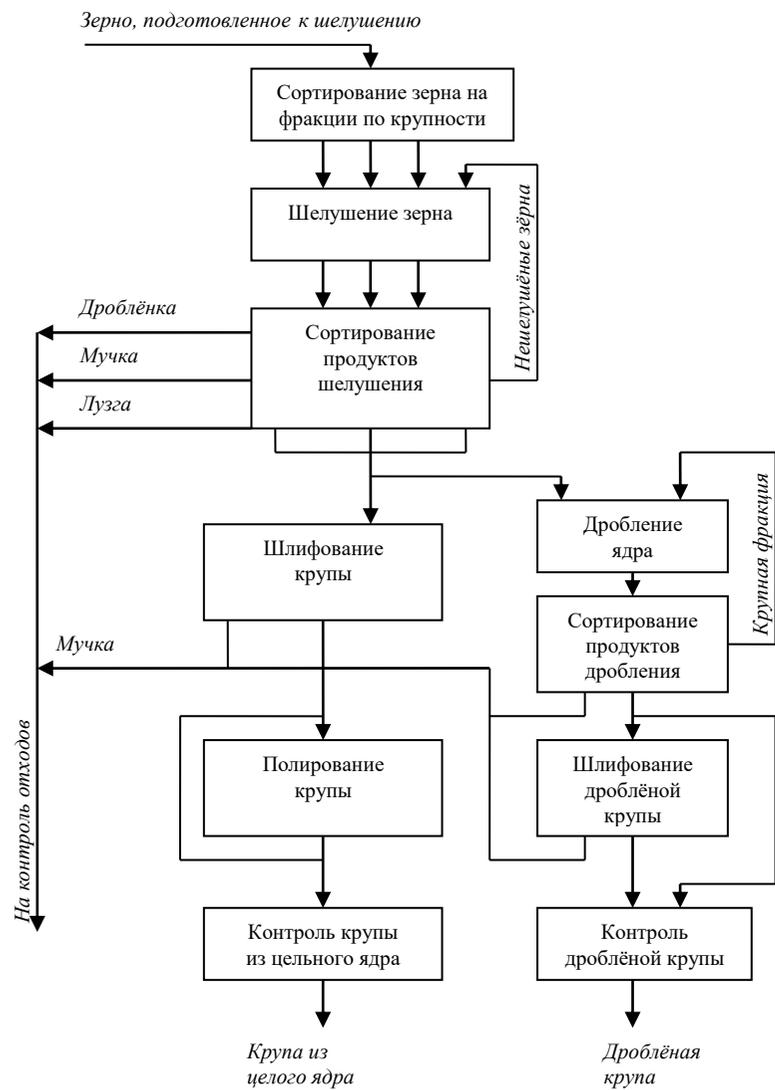
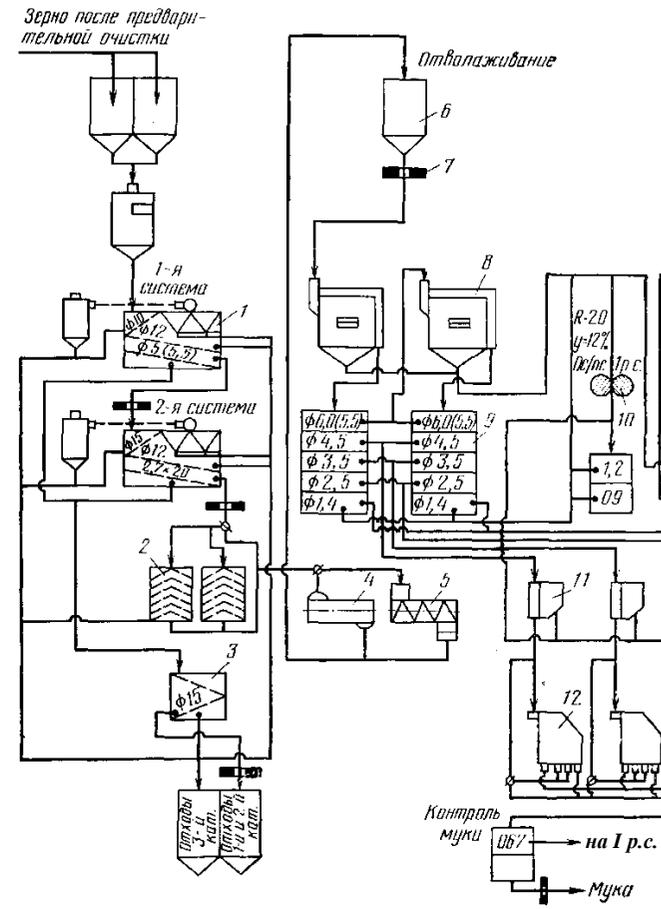
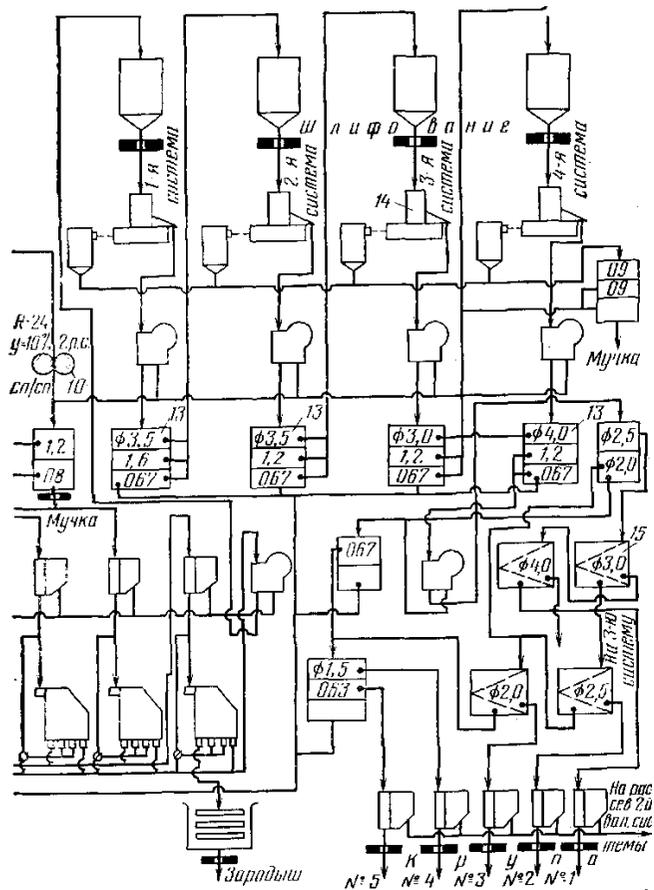


Рисунок Е.2 – Принципиальная схема технологического процесса шелушильного отделения крупяного завода

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

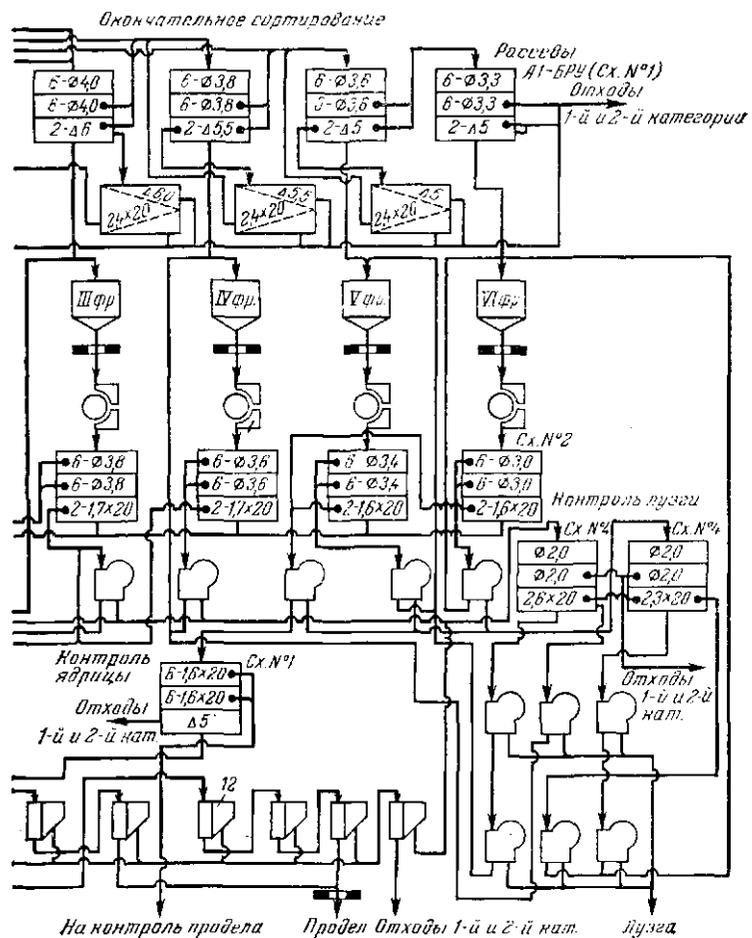
Схема технологического процесса производства пятиномерной шлифованной крупы из кукурузы





1 – сепараторы; 2 – камнеотделительная машина; 3, 15 – крупосортировки;
 4 – увлажнительный аппарат; 5 – горизонтальный пропариватель; 6 – бункер
 для отволаживания; 7 – магнитный аппарат; 8 – измельчитель; 9 – рассев; 10 –
 вальцовые станки; 11 – аспирационная колонка; 12 – пневмосортировальные
 столы; 13 – рассевы; 14 – шелушильно-шлифовальная машина

Рисунок Ж.1 – Схема технологического процесса производства
 пятиномерной шлифованной крупы из кукурузы

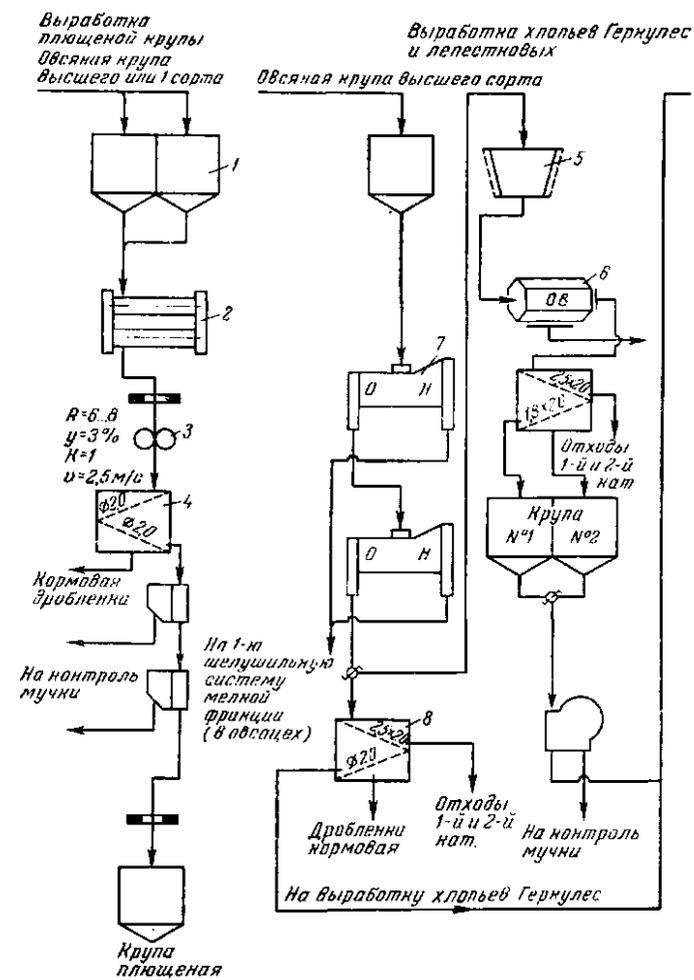


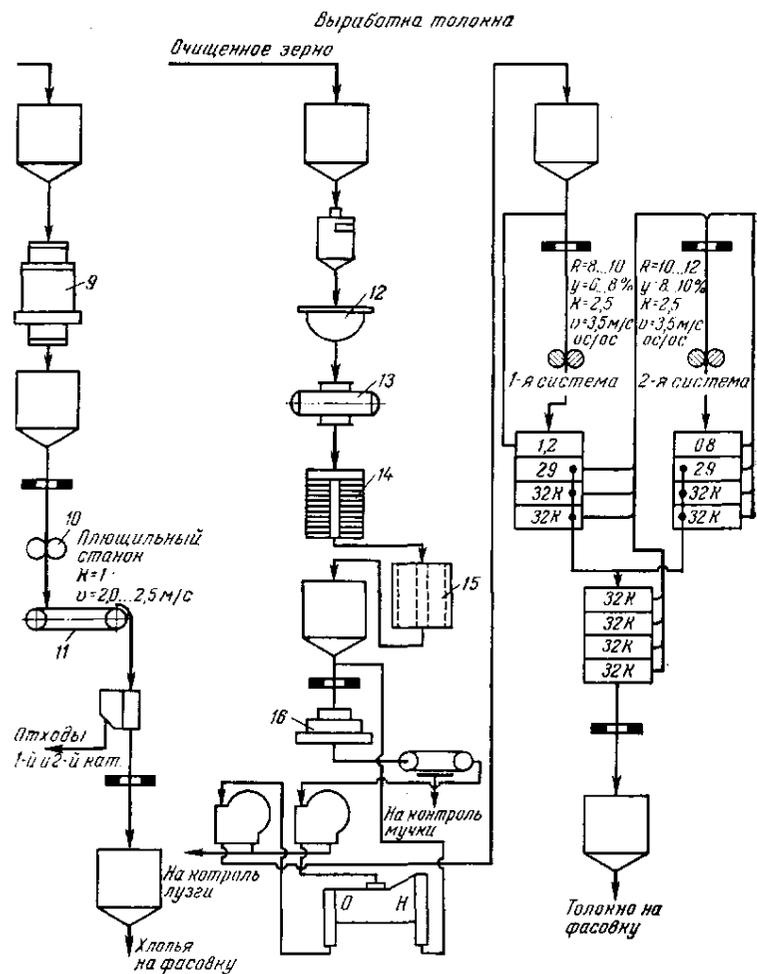
1 – рассев; 2 – пневмосортировальный стол; 3 – овсюгоотборочная машина;
 4 – пропариватель; 5 – сушилка; 6 – охладительная колонка; 7 – воздушный сепаратор; 8 – крупосортировочная машина; 9 – бункеры; 10 – магнитный аппарат; 11 – вальцедековый станок; 12 – аспирационная колонка

Рисунок И.1 – Схема технологического процесса производства гречневой крупы

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Схема технологического процесса производства крупы плющеной и хлопьев из недроблённой овсяной крупы и толокна из овса



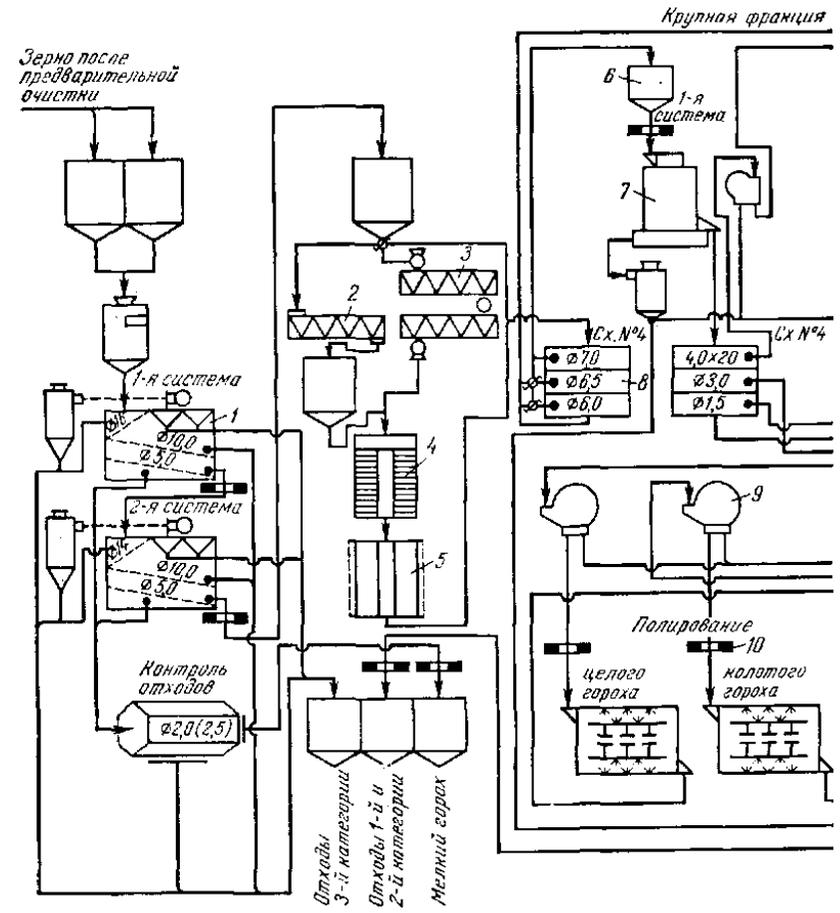


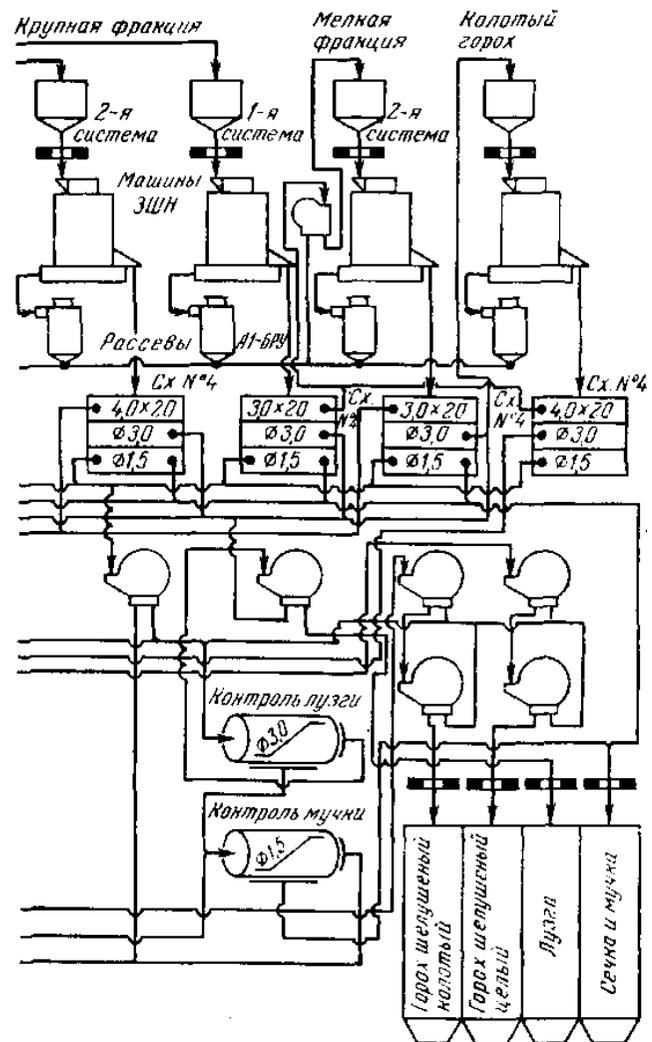
- 1 – бункеры; 2 – горизонтальный пропариватель с просушивателем; 3, 10 – плющильный станок; 4, 8 – крупосортировка; 5 – шлифовальный постав; 6 – бурат; 7 – пади-машины; 9 – пропариватель; 11 – сушилка; 12 – замочный чан; 13 – варочный аппарат; 14 – паровая сушилка; 15 – охлаждающая колонка; 16 – шелушильный постав

Рисунок К.1 – Схема технологического процесса производства крупы плющеной и хлопьев из недроблённой овсяной крупы и толокна из овса

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Схема технологического процесса производства крупы из гороха



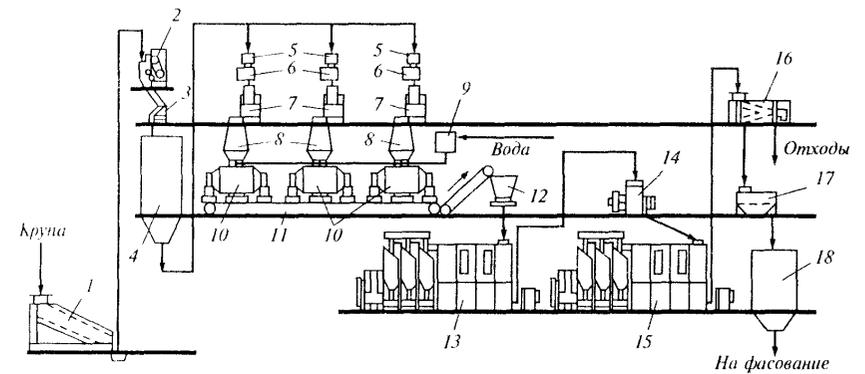


- 1 – воздушно-ситовой сепаратор; 2 – увлажнительный аппарат;
 3 – горизонтальный пропариватель; 4 – вертикальная сушилка;
 5 – охлаждающая колонка; 6 – оперативный бункер;
 7 – шелушильно-шлифовальная машина; 8 – рассев;
 9 – воздушный сепаратор; 10 – магнитный аппарат

Рисунок Л.1 – Схема технологического процесса производства крупы из гороха

ПРИЛОЖЕНИЕ М

Машинно-аппаратурная схема линии производства круп, не требующих варки



- 1 – сепаратор; 2 – дуаспиратор; 3 – магнитная колонка; 4, 18 – бункер;
5 – автоматические весы; 6 – подвесной бункер; 7 – моечная машина;
8 – резервный бункер; 9 – мерник-дозатор; 10 – варочный аппарат;
11 – сборный транспортёр; 12 – бункер-разрыхлитель; 13, 15 – сушилка,
14 – вальцово-плоский станок;
16 – крупосортировка; 17 – магнитный сепаратор

Рисунок М.1 – Машинно-аппаратурная схема линии
производства круп, не требующих варки

ЛИТЕРАТУРА

1. Фурс, И.Н. Товароведение зерномучных товаров: учебник для вузов / И.Н. Фурс. – Минск: БГЭУ, 1999. – 342 с.
2. Скурихин, И.М. Всё о пище с точки зрения химика / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев. – М.: Высш. шк., 1991. – 288 с.
3. Машины и аппараты пищевых производств: учебник для вузов: в 2-х кн. Кн. 1 / С.Т. Антипов [и др.]; под ред. В.А. Панфилова. – М.: Высшая школа, 2001. – 703 с.
4. Машины и аппараты пищевых производств: учебник для вузов: в 2-х кн. Кн. 2 / С.Т. Антипов [и др.]; под ред. В.А. Панфилова. – М.: Высшая школа, 2001. – 680 с.
5. Лебухов, В.И. Физикохимические свойства и методы контроля качества потребительских товаров / В.И. Лебухов [и др.]. – Хабаровск: РИЦ ХГАЭП, 1999. – 252 с.
6. ГОСТ 10940-64. Зерно. Методы определения типового состава // Зерно. Методы анализа: сборник стандартов. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – С. 25–28.
7. ГОСТ 30483-97. Зерно. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей; содержания мелких зёрен и крупности; содержания зёрен пшеницы, повреждённых клопом-черепашкой; содержания металломагнитной примеси // Зерно. Методы анализа: сборник стандартов. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – С. 82–102.
8. ГОСТ Р 52189-2003. Мука пшеничная. Общие технические условия. – М.: Госстандарт России, 2004. – 9 с.
9. ГОСТ Р 52668-2006. Мука из твердой пшеницы для макаронных изделий. технические условия. – М.: Госстандарт России, 2008. 6 с.
10. ГОСТ Р 52809-2007. Мука ржаная хлебопекарная. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2008. – 6 с.
11. ГОСТ 27558-87. Мука и отруби. Методы определения цвета, запаха, вкуса и хруста // Мука. Отруби. Методы анализа: сборник стандартов. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – С. 24–25.
12. ГОСТ 27493-87. Мука и отруби. Метод определения кислотности по болтушке // Мука. Отруби. Методы анализа: сборник стандартов. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – С. 14–16.
13. ГОСТ 28796-90. Мука пшеничная. Определение содержания сырой клейковины // Мука. Отруби. Методы анализа: сборник стандартов. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – С. 63–65.

14. ГОСТ 27839-88. Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины // Мука. Отруби. Методы анализа: сборник стандартов. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – С. 48–55.
15. ГОСТ 276-60. Крупа пшеничная (Полтавская, Артек). Технические условия // Крупьяные продукты. Технические условия и методы анализа: сборник стандартов. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – С. 3–6.
16. ГОСТ 572-60. Крупа пшено шлифованное. Технические условия // Крупьяные продукты. Технические условия и методы анализа: сборник стандартов. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – С. 7–10.
17. ГОСТ 5550-74. Крупа гречневая. Технические условия // Крупьяные продукты. Технические условия и методы анализа: сборник стандартов. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – С. 18–22.
18. ГОСТ 8784-60. Крупа ячменная. Технические условия // Крупьяные продукты. Технические условия и методы анализа: сборник стандартов. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – С. 23–27.
19. ГОСТ 6292-93. Крупа рисовая. Технические условия // Крупьяные продукты. Технические условия и методы анализа: сборник стандартов. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – С. 35–42.
20. ГОСТ 26312.2-84. Крупа. Методы определения органолептических показателей, развариваемости гречневой крупы и овсяных хлопьев // Крупьяные продукты. Технические условия и методы анализа: сборник стандартов. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – С. 72–73.

Учебное издание

Егорова Елена Юрьевна
Обрезкова Марина Викторовна
Гурьянов Юрий Герасимович

ЗЕРНО И ЗЕРНОПРОДУКТЫ

В двух книгах

Книга 1

**ЗЕРНО, МУКА, КРУПЫ.
ТЕХНОЛОГИЯ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА**

Редактор Малыгина И.В.
Технический редактор Малыгина Ю.Н.
Подписано в печать 21.11.10. Формат 60×84 1/16
Усл. п. л. 8,20. Уч.-изд. л. 8,82
Печать – ризография,
множительно-копировальный аппарат «RISO EZ300»

Тираж 75 экз. Заказ 2011-26
Издательство Алтайского государственного
технического университета
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46

Оригинал-макет подготовлен ИИО БТИ АлтГТУ
Отпечатано в ИИО БТИ АлтГТУ
659305, г. Бийск, ул. Трофимова, 27

Е.Ю. Егорова, М.В. Обрезкова, Ю.Г. Гурьянов

ЗЕРНО И ЗЕРНОПРОДУКТЫ

В двух книгах

Книга 1

ЗЕРНО, МУКА, КРУПЫ. ТЕХНОЛОГИЯ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА

Допущено научно-методическим советом БТИ АлтГТУ
для внутривузовского использования в качестве
учебно-методического пособия для студентов специальностей:
080401 «Товароведение и экспертиза товаров»,
260601 «Машины и аппараты пищевых производств»,
240706 «Автоматизированное производство химических предприятий»
всех форм обучения

Бийск
Издательство Алтайского государственного технического
университета им. И.И. Ползунова
2011