

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

На правах рукописи

Куропаткина Ольга Викторовна

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
ПШЕНИЧНЫХ ХЛОПЬЕВ ГОТОВЫХ К УПОТРЕБЛЕНИЮ**

Специальность: 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки
злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и
виноградарства»

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
кандидат технических наук,
доцент, Кирдяшкин В. В.

Москва – 2015

Оглавление

Введение	6
Глава 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР	7
1.1. Ботаническая классификация и химический состав зерна пшеницы ...	7
1.2. Сособы термовлажностной обработки зерна при производстве продуктов быстрого приготовления.....	14
1.2.1. Кондиционирования зерна	16
1.2.2. Методы термической обработки зерна.....	17
1.2.1.1. Метод гидротермической обработки зерна.....	18
1.2.1.2. Влияние гидротермической обработки на физические и биохимические показатели зерна пшеницы	24
1.2.3. СВЧ нагрев зерна	25
1.2.4. Обработка зерна инфракрасным излучением	26
1.2.5. Экструзионная обработка зерна	29
1.2.6. Изменение свойств зерна пшеницы в процессе тепловой обработки	31
1.2.6.1. Изменение свойств крахмала зерна при тепловой обработке.....	31
1.2.6.2. Миграция влаги в процессе тепловой обработки	35
1.3. Технологии производства крупяных продуктов быстрого приготовления и готовых к употреблению из пшеницы	38
1.3.1. Традиционная технология производства круп быстрого приготовления	38
1.3.2. Технология производства круп быстрого приготовления и хлопьев, не требующих варки с использованием ИК-излучения	44
1.3.3. традиционная технология производства пшеничных хлопьев, готовых к употреблению	46
1.3.3.1. Основные стадии технологического процесса	48
1.3.3.2. Процесс обжарки для получения готового к употреблению продукта	53
1.4. Цель и задачи исследования	56
Глава 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	57

2.1. Характеристика объектов исследования	57
2.2. Методы исследования.....	59
2.3. Схема проведения исследования.....	64
2.4. Исследование процесса мойки пшеничной крупы	65
2.5. Экспериментальные установки для исследования процесса тепловой обработки зерна	68
2.5.1. Экспериментальный стенд для исследования процесса интенсивной инфракрасной обработки.....	70
2.5.2. Стенд для проведения обжаривания пшеничных хлопьев при помощи интенсивного инфракрасного воздействия	65
2.6. Экспериментальные установки для исследования механической обработки зерна	72
2.6.1. Описание лабораторной шелушильно-шлифовальной установки А1-ЗШН.....	72
2.6.2. Описание плющильного агрегата на базе У1-РСА-4	73
2.7. Математическая обработка экспериментальных данных	76
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	77
3.1. Влияние предварительной механической обработки на свойства готового продукта	77
3.1.1. Влияние шелушения зерна пшеницы на функциональные свойства получаемой пшеничной крупы	79
3.1.2. Влияние количества остаточных оболочек на сорбционные свойства пшеничной крупы.....	81
3.2. Определение степени увлажнения пшеничной крупы перед тепловой обработкой	84
3.3. Выбор температурного режима обработки пшеничной крупы.....	87
3.4. Выбор мощности лучистого потока инфракрасного излучения при обработке крупы влажностью 30-35%	88
3.5. Определение параметров тепловой обработки пшеничной крупы	89

3.6. Исследование процесса релаксации пшеничной крупы после термообработки	93
3.7. Характеристика пшеничной крупы полученной по данному способу	98
3.8. Плющение полученной пшеничной крупы	101
3.8.1. Определение оптимальной толщины пшеничных хлопьев.....	101
3.8.2.Влияние механического воздействия на набухание пшеничных хлопьев	102
3.7.3. Влияние толщины плющения пшеничной крупы на содержание водорастворимых веществ	104
3.9. Обжарка пшеничных хлопьев для получения продукта, готового к употреблению	105
3.9.1. Определения времени обжаривания под воздействием интенсивного инфракрасного излучения	105
3.9.2. Влияние обжарки на характер набухания готового продукта.....	107
3.10. Качественная характеристика пшеничных хлопьев, готовых к употреблению	108
3.11. Определение сроков хранения полученного продукта	111
3.11.1. Изменение кислотности пшеничных хлопьев, готовых к употреблению в процессе длительного хранения	111
Глава 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	113
4.1. Резюме.....	113
4.2. Характеристика пищевых концентратной отрасли.....	115
4.3. Маркетинговые исследования продукции.....	117
4.4.Расчет капитальных затрат	120
4.5. Расчет текущих затрат	127
Глава 5. Опытнo-промышленная проверка технологии производства пшеничной крупы, быстрого приготовления, пшеничных хлопьев, не требующих варки, и пшеничных хлопьев, готовых к употреблению	136

Основные выводы	139
Список используемой литературы	141
ПРИЛОЖЕНИЕ А	154
ПРИЛОЖЕНИЕ В	166

Введение

В современном обществе остро стоит проблема здорового питания. В связи с возрастающей динамикой жизни актуален вопрос создания новых продуктов с повышенной биологической и физиологической ценностью, а также позволяющих экономить время. Таким продуктом являются хлопья из цельного зерна пшеницы, готовые к употреблению, способные составить основу полноценного рациона при малых затратах времени.

Известна полезность пшеницы для человека из-за наличия в ней незаменимых аминокислотами, белка, липидов, важных микроэлементов, а также витаминов группы В.

В процессе производства хлопьев, готовых к употреблению важную роль, играет термическая обработка крупяного сырья. Она позволяет значительно снизить время приготовления продукта, повысить его пищевую ценность и увеличить доступность содержащихся в зерне биологически активных веществ.

Все большее распространение в пищевоконцентратной промышленности получает технология обработки зернового сырья инфракрасным излучением. Преимущество такой обработки состоит в том, что инфракрасные лучи нагревают объект по всему объему за короткий промежуток времени, это приводит к значительным и регулируемым модификациям его физико-химических, биохимических свойств и способствует сохранению витаминов и биологически активных веществ.

Глава 1. Аналитический обзор

1.1 Ботаническая классификация и химический состав зерна пшеницы

Зерно является основой питания человека, будучи естественным источником белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон.

Пшеница — одна из самых древних и важнейших злаковых культур, возделываемых человеком. Основное назначение пшеницы – это получение из нее муки, которая используется для выпечки хлеба. Кроме того, из пшеницы изготавливают крупу, диетические продукты (хлебцы), макаронные изделия, получают крахмал, в небольших количествах используется в спиртовом производстве [56,66]

Пшеница мягкая (хлебная, хлебопекарная, обыкновенная) *Triticum aestivum* L. Относится к первому подроду, секции *Triticum*, группе видов голозерных гексаплоидных с тремя разнокачественными геномами.

Пшеница твердая – (лат. *Secale cereale*) *Triticum durum* Desf., как и мягкая, относится к первому подроду, секции *Dicoccoides* Flaksb., группе голозерных тетраплоидных, с двумя разнокачественными геномами [13, 56].

Для производства пшеничных хлопьев подходит зерно мягкой белозерной пшеницы, у которой неокрашенность отрубей позволяет получить продукт с хорошим внешним видом. Для производства пшеничных хлопьев подходит и зерно мягкой краснозерной пшеницы. Дополнительная окраска отрубей не считается недостатком пшеничных хлопьев, поскольку солод и сахар, добавляемые для развития вкуса, сами по себе придают продукту желаемую коричневатую окраску[51,71].

Вследствие широкого распространения, наличия большого количества видов, разновидностей и сортов пшеница обладает различными морфологическими признаками зерна, отличается по химическому составу и технологическим свойствам. Существенное влияние на качество зерна

оказывают почвенно-климатические условия, район выращивания и год урожая [13, 56].

Масса 1000 зерен пшеницы изменяется в очень широких пределах (от 15 г до 88 г).

Натура зерна пшеницы изменяется в пределах 620-870 г/л. Это важный показатель качества, который при однородности зерна по ряду признаков, а также при учете засоренности, определяет его мукомольные свойства [64, 65].

В зерне пшеницы содержится в среднем примерно 13% белка и около 70% различных углеводов, к числу которых относятся сахара, крахмал, гемицеллюлозы, клетчатка и слизи. В состав пшеничного зерна входит в среднем около 2% жира, столько же клетчатки, а также вещества, которые при сжигании зерна дают около 25 золы.

Таблица 1.1.1 - Средний химический состав зерна мягкой пшеницы, %

	Вода	Белок	Жир	Углеводы (усвояемые)	Клетчатк а	Зола
Пшеница мягкая	14,0	12,7	1,6	66,6	3,4	1,7

Входящие в состав зерна, сахара и крахмал являются основными источниками калорийности пищи. Они прекрасно усваиваются человеческим организмом. К углеводам так же относятся гемицеллюлозы и клетчатка, которые практически не усваиваются организмом но благотворно влияют на перистальтику и микрофлору кишечника.[67, 71]

Строение зерновки пшеницы типично для всех хлебных злаков, состоит из трех основных частей: зародыша – 1,4-2,9% (от массы целого зерна), эндосперма – 84,2-85,0% и алейронового слоя и оболочек – 13,0-14,4%, которые имеют различное биологическое назначение [46, 71]. Зародыш зерна богат полноценными белками, липидами, витаминами, минеральными веществами. Из зародыша при соответствующих условиях развивается растение. В нижней части зародыша расположен его зародышевый корешок, а в верхней части – зародышевая почечка. Часть зародыша, плотно прилегающая к эндосперму, -

щиток, который служит для передачи питательных веществ из эндосперма в зародыш при прорастании зерна [57].

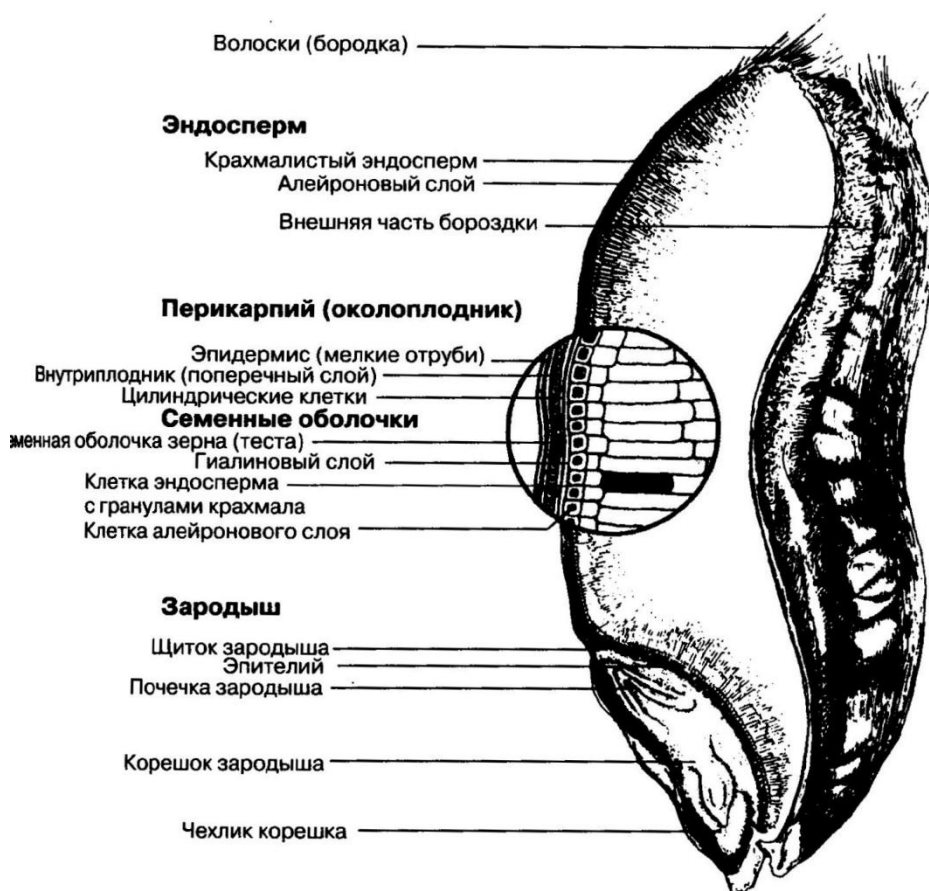


Рисунок. 1.1.1 - Продольный разрез зерновки пшеницы через бороздку и зародыш

Эндоспермом (мучнистым ядром) называется внутренняя часть зерновки. Эндосперм содержит запасные питательные вещества, необходимые для развития из зародыша молодого растения. В нем различают периферийный слой, прилегающий к семенной оболочке и состоящий из резко очерченных, крупных клеток с сильно утолщенными стенками. Этот слой называют алейроновым. Клетки алейронового слоя наполнены белковыми веществами и богаты жиром, его называют жировым слоем [5, 57].

Расположенные под алейроновым слоем крупные тонкостенные клетки разнообразной формы занимают всю внутреннюю часть эндосперма. Эти клетки заполнены крахмальными зёрнами различной величины, в промежутках между ними находятся белковые вещества [57]

Плодовые и семенные оболочки характеризуются высоким содержанием клетчатки и гемицеллюлоз, что придает им значительную механическую прочность. Минеральные вещества составляют в плодовой оболочке до 4 % от массы, в семенной – до 20 %. Содержание белка в плодовых оболочках колеблется от 2,5 до 6 %, в семенных – от 9 до 19,5 % [10].

Соотношение частей зерна пшеницы составляет (%): эндосперм 78,7-84,3; зародыш 1,4-4,2; плодовые и семенные оболочки 5,6-11,2; алейроновый слой 5,2-8,8 [56]. Полный химический состав приведен в таблице 1.1.1.

Таблица 1.1.2 - Химический состав пшеничного зерна, % сухого вещества [57]

Наименование	Соотношение частей	Белок	Углеводы					Липиды	Зольность
			Всего	в том числе					
				крахмал	сахар	клетчатка	пентозаны		
Целое зерно	100,0	16,06	78,25	63,07	4,32	2,76	8,10	2,24	2,18
Эндосперм	81,6	12,91	85,23	78,82	3,54	0,15	2,72	0,68	0,45
Зародыш	3,24	41,30	37,32	-	25,12	2,46	9,74	15,04	6,32
Оболочка с алейроновым слоем	15,48	28,75	57,03	-	4,18	16,20	36,65	7,78	10,51

Содержание белка в пшенице колеблется в широких пределах – от 9,2 до 25,8%. По отдельным тканям зерна пшеницы белковые вещества распределены неравномерно. Установлено, что белки алейронового слоя имеют лучший баланс аминокислот, чем белки эндосперма [10]. Наиболее богат белковыми веществами алейроновый слой и зародыш. Содержание белка в эндосперме меньше, чем в целом зерне. В наибольшем количестве содержится глютаминовая кислота (в среднем 21,9%), в наименьшем – триптофан (0,8%), цистин (1,1%), метионин (1,4%) и тирозин (1,8%). Аминокислоты в зерне пшеницы распределены неравномерно. Зародыш наиболее богат незаменимыми аминокислотами и, прежде всего лизином [34, 51, 81].

Таблица 1.1.3 - Содержание незаменимых аминокислот в суммарных зерновых белках и потребность в них человека (%) [56]

Наименование	Пшеница	Потребность человека по данным ФАО ВОЗ
Лизин	2,6	4,2
Метионин	1,7	2,2
Триптофан	1,3	1,4
Валин	4,6	4,2
Изолейцин	3,4	4,2
Лейцин	6,9	4,8
Треонин	2,6	2,8
Фенилаланин	4,3	2,8
Сырой белок (% сухого вещества)	13,5	-

В зерне пшеницы содержатся водорастворимые витамины: тиамин (B_1), рибофлавин (B_2), ниацин (PP), пиридоксин (B_6), биотин (H), пантотеновая кислота (B_3). Жирорастворимые витамины представлены в зерне витамином D, E и каротиноидами (провитамины A) [66]. Основное количество витаминов сосредоточено в алейроновом слое и зародыше, т.е. в тех частях зерна, клетки которого сохраняют жизнедеятельность и обеспечивают развитие нового растения из семени. Так более 30 % тиамина сосредоточено в алейроновом слое и более 60% в зародыше, рибофлавин примерно поровну распределен в алейроновом слое, крахмалистой части эндосперма и зародыше; ниацин полностью сконцентрирован в алейроновом слое [37].

Наиболее высоким содержанием минеральных веществ характеризуется зародыш и алейроновый слой, наименьшим эндосперм. В состав минеральных веществ зерна входят многие элементы, в том числе макроэлементы (P, K, Mg, Na, Fe, S, Al, Si, Ca), микроэлементы (Mn, B, Sr, Cu, Zn, Ba, Ti, Li, I, Br, Mo, Co) [34].

Среди других биологически активных веществ, находящихся в зерновке злаков, большое значение имеют ферменты. Изучению отдельных групп ферментов зерна посвящено большое количество исследований [65, 82]. В тканях зародыша, алейронового слоя и эндосперма содержатся все ферменты, характерные для живых растительных клеток и обуславливающие специфические функции в процессах обмена веществ. Зерно, находящееся в состоянии покоя, обнаруживает наибольшую концентрацию ферментов в зародыше. При прорастании зерна происходит перераспределение различных ферментов, и они проявляют свою активность не только в зародыше, но и в других частях зерновки.

Зерно является сырьем богатым пищевыми волокнами, которые в национальном стандарте относятся к физиологически функциональным пищевым ингредиентам. В зерне пшеницы содержится 10,8 мг пищевых волокон [96, 97].

Исследованиями конца XX века установлена многообразная и важная роль пищевых волокон в питании человека. Пищевые волокна играют в организме человека весьма существенную и нужную роль, положительно влияя на моторные функции пищеварительного тракта, на перистальтику кишечника, являются питательной средой для микрофлоры желудочно-кишечного тракта, продукты обмена которой становятся одним из источников некоторых нутриентов для организма; частично снабжают его энергией; регулируют физиологические и биохимические процессы в органах пищеварения [7, 54, 57]. Обладают способностью удерживать воду, ускоряют кишечный транзит и перистальтику толстой кишки, действуют как фактор, формирующий стул. Пищевые волокна адсорбируют значительное количество желчных кислот, а также прочие метаболиты, токсины и электролиты, чем способствуют детоксикации организма [59, 123].

С этой позиции многие исследователи полагают физиологически неоправданным выработку зерновых продуктов с максимальным удалением

периферийных оболочек [7, 47]. Между содержанием пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов группы В существует прямая зависимость [54]. Традиционные технологии переработки зерна значительно снижают содержание водорастворимых витаминов, минеральных веществ, сконцентрированных в оболочках, алейроновом слое и зародыше, так как при переработке эти вещества в основном уходят в отруби или мучку [38]. Поэтому в целях повышения пищевой полноценности зернопродуктов и снижения затрат на их производство представляется целесообразным сохранять целостность зерна, повышать усвояемость продукта, которые, помимо диетических, будут обладать профилактическими и лечебными свойствами [30, 47, 90, 112].

Зерно по своим коллоидно-физическим свойствам является коллоидным капиллярно-пористым телом. Жидкость в таких телах связана в основном капиллярными силами, кроме того преобладает и связанная влага [77].

Как показали исследования, эндосперм пшеницы не имеет макрокапилляров. В качестве микрокапилляров выступают межклеточные промежутки, которые могут достигать 300 мкм. Эндосперм представляет собой коллоидное (квазикапиллярно-пористое) тело. Оболочки относятся к категории капиллярнопористых тел [36, 39, 41].

Плотность зерна по всему объему крайне неоднородна [40, 42]. Учитывая, что зерновка пшеницы имеет следующие линейные размеры: длина составляет 4,2-8,6 мм, ширина -1,6-4,0 мм, толщина - 1,5-3,8 мм в зависимости от сорта, типа и вида пшеницы, а объем зерновки составляет 11- 59 мм³. Самую высокую плотность имеют вещества, составляющие эндосперм. Это крахмал, сахара, глюкоза, мальтоза. Средняя плотность эндосперма выше, чем у зерна в целом. Плотность зародыша значительно меньше, чем эндосперма, а оболочки имеют самую низкую плотность [58].

В производстве хлопьев и других продуктов также используют пшеничные отруби краснозерной и белозерной пшеницы, представляющие собой побочные продукты мукомольной промышленности [71].

Рафинированная пища плохо переносится организмом, так как не соответствует эволюционно сформировавшемуся физиологическому процессу переработки и усвоения пищевых веществ. Крупнейший немецкий химик Юстус Либих в знаменитых «Письмах о химии», изданных в России в 1860 г., указывал, что «отделение отрубей от муки есть роскошь и для питания скорее вредно, чем полезно» [34].

В соответствии с данными ГУ НИИ Питания РАМН, продукты питания из зерна – приоритетные источники полисахаридов (крахмала), витамина В₁, белка растительного, ряда минеральных веществ, пищевых волокон. По частоте потребления продукты из зерна находятся на первом месте у всех групп населения, за исключением детей до года [105].

1.2. Способы термо-влажностной обработки крупы при получении продуктов, готовых к употреблению

Стремясь разнообразить продукцию из круп, заботясь о экономии времени и энергии на их приготовление, производители расширяют производство круп быстрого приготовления и непосредственно готовых к употреблению в пищу без какого либо дополнительного кулинарного воздействия.

Тепловая обработка – обязательная стадия в любой технологии производства готовых к употреблению зерновых продуктов. Кроме формирования желаемого вкуса и аромата [51] и улучшения питательных свойств, на стадии тепловой обработки продукту придаются физические свойства, необходимые для формирования его структуры (прежде всего за счет клейстеризации крахмала зерна). Такое переформирование структуры важно не только с точки зрения эстетической привлекательности продукта – оно необходимо для того, что бы сделать его съедобным (продукт становится съедобным благодаря тому, что преобразуется структура полисахаридов).

Формирование новой структуры обычно происходит за счет высвобождения водяного пара при быстром нагреве (обжарке или вспучивании зерен в печи) или за счет резкого сброса давления продукта, находящегося в перегретом состоянии (как в пушке для производства воздушных зерен или при экструзионной обработке). Чтобы нужным образом среагировать на давления пара, продукт должен прочным и эластичным, а также более менее гомогенным- своего рода коллоидным гелем, формируемым при тепловой обработке крахмал [51].

Гидро-термическая обработка – это мощный фактор воздействия на исходные технологические свойства сырья.

В пищевой промышленности используются следующие виды термической обработки:

- Холодное и скоростное кондиционирование,
- Микронизация сырья,
- Ультразвуковое воздействие,
- Влажно-тепловую обработку.

Микронизация может проводиться несколькими способами, при помощи:

- ИК-нагрева,
- СВЧ-нагрева,
- Барометрическим способом.

Сюда же относят и экструдированные крупы, но все же это несколько другая технология производства и ее видимо правильно называть экструзионной [111].

Суть процесса микронизации заключается в том, что под воздействием температуры, влага, находящаяся в зерне круп "закипает", тем самым размягчает содержащиеся в нем крахмалы, которые переходят в легкоусвояемые сахара, а клетчатка приобретает более однородную структуру.

После основной стадии тепловой обработки технологический процесс может идти по нескольким маршрутам, в результате чего на стадии

формирования конечной текстуры получают совершенно разные виды зерновых продуктов.

На рис. 1.2.1. представлена технологическая схема различных зерновых продуктов, готовых к употреблению [51].

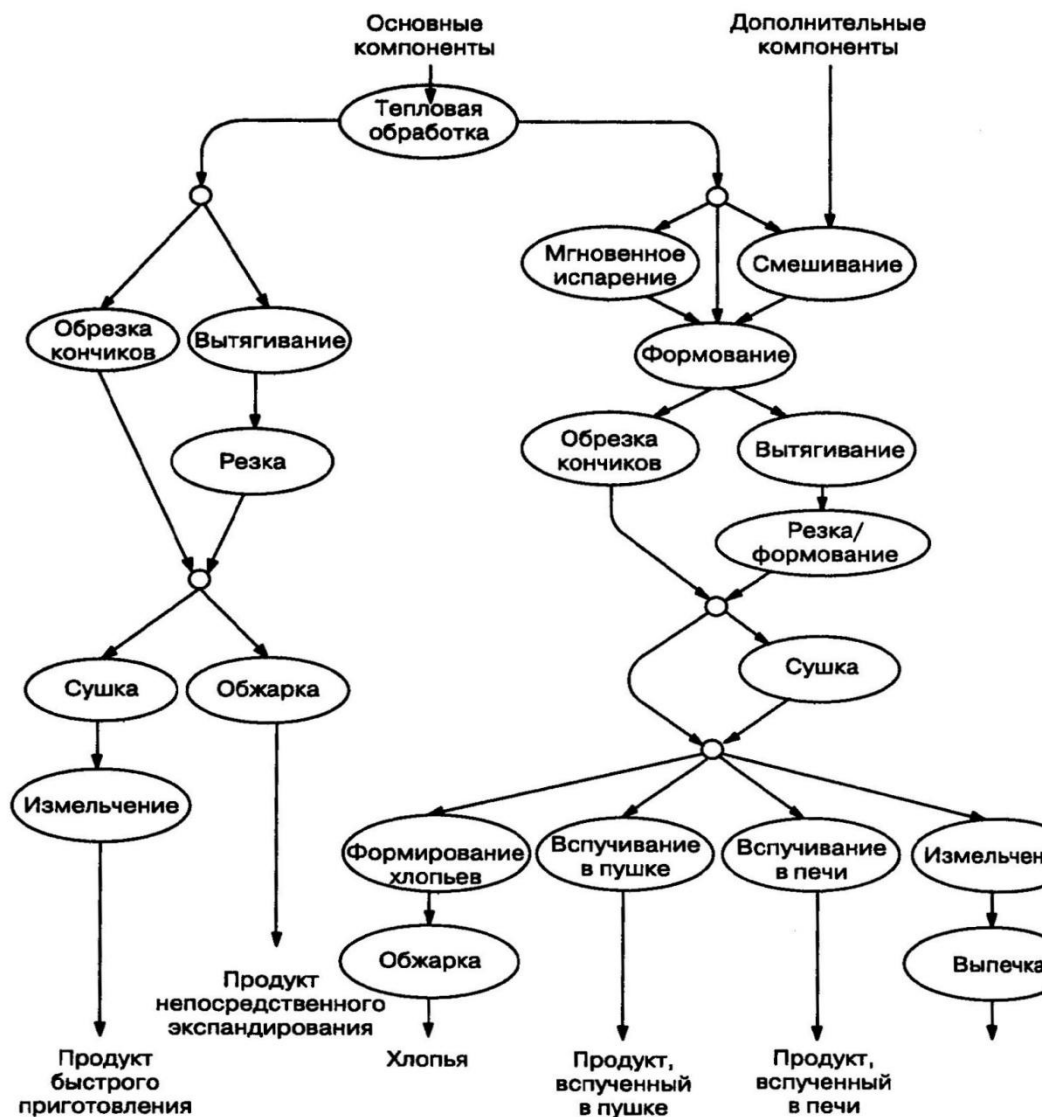


Рисунок 1.2.1 - Общая технологическая схема производства зерновых продуктов, готовых к употреблению

1.2.1. Кондиционирование зерна

Обработка зерна водой и теплотой или кондиционирование - это направленное изменение технологических свойств зерна. При кондиционировании стремятся усилить различие свойств оболочек и эндосперма. Чем большими будут эти изменения, тем выше окажется эффективность переработки зерна. Параметрами кондиционирования являются влагосодержание, температура,

давление и продолжительность обработки. Конкретное сочетание этих параметров определяет метод кондиционирования. В условиях производства различают холодное горячее, скоростное и вакуумное кондиционирование. [35, 36, 40, 65]

Каждый из этих методов совершенствовался, предлагались новые варианты, дополнения, но эти изменения не нашли широкого применения на производстве в силу ряда недостатков, обстоятельств и причин.

Процесс термовлажностной обработки зерна интересовал исследователей всегда, особенно привлекали внимание реакции, происходящие при этом в зерне. Существует много гипотез и научно-обосновательных теорий по этим вопросам, однако в последние годы коренных изменений в технологию и методики исследования внесено практически не было. Проблемы качества зерна, особенно его контроля, в процессах его обработки и переработки не занимали передовых позиций, что естественно объяснялось трудностями исследований, отсутствием доступных методов анализа и др [36,65].

1.2.2. Методы термической обработки зерна

Термическая обработка зерна широко применяется в комбикормовой промышленности. Такой способ обработки обеспечивает повышение усвояемости питательных веществ зерна.

Проводились опыты по определению перевариваемости крахмала (*in vitro*). Отмечена общая закономерность повышения перевариваемости крахмала (*in vitro*) с увеличением степени его декстринизации. Так, при увеличении содержания декстринов с 7 до 36% количество образующейся глюкозы возрастает с 15 до 105 мг за 1 час действия амилаз. Изучение белкового комплекса позволило сделать вывод, что содержание “сырого” протеина в образцах остается неизменным после обработки при всех исследованных режимах. Однако перевариваемость протеина (*in vitro*) при некоторых параметрах обработки снижается и тем больше, чем продолжительнее время нагревания, независимо

от температуры греющего агента. Установлено, что для сохранения качества протеина тепловой обработке зерна целесообразно применять кратковременное интенсивное тепловое воздействие, так как медленный нагрев приводит к снижению перевариваемости белка [74, 75].

1.2.2.1 Метод гидротермической обработки зерна

Гидротермическая обработка зерна (ГТО) стала традиционным приемом при производстве круп. Она является средством направленного изменения технологических свойств зерна, улучшения потребительских достоинств крупы при сохранении ее ценности.

Гидротермическая обработка зерна крупяных культур - воздействие на зерно водой (паром) и теплом для направленного изменения его технологических свойств, создания оптимальных условий процесса производства, повышения выхода крупы, стойкости при хранении и улучшении ее пищевых и вкусовых достоинств [64].

При производстве крупы в результате ГТО снижается прочность оболочек и повышается прочность эндосперма. Гидротермическая обработка зерна существенно влияет на биохимические характеристики зерна и готовой продукции. При ГТО крупяных культур происходит заметное изменение соотношения различных фракций белка. Наиболее чувствительны альбумины и глобулины. Значительно изменяются и свойства крахмала. Для большинства крупяных культур наблюдается снижение вязкости водно-мучной суспензии. Это обусловлено модификацией крахмала под влиянием влажности, температуры и давления. Заметно повышается и атакуемость крахмала α - и β -амилазами. В результате частичного гидролиза крахмала в крупе повышается содержание декстринов и сахаров. Заметно изменяется и липидный комплекс крупы, в частности замедляется окисление липидов [27, 55, 59].

Крупа после гидротермической обработки лучше хранится. Это связано с понижением активности ферментов зерна, а также почти полным уничтожением микрофлоры при жестких режимах обработки.

Во ВНИИЗ разработана технология производства быстрорастворяющихся круп, позволяющая сократить время их приготовления. Продолжительность варки плющеной перловой крупы 15-17 минут, гороховой крупы - 18-20 минут [49,50] .

За рубежом высоким спросом у населения пользуются мелкие овсяные хлопья, время варки которых составляет от 5 до 10 секунд. Вырабатываются также из овса очень мелкие и тонкие хлопья, которые практически не требуют варки и доводятся до готовности простым добавлением кипящей воды, молока или бульона [50].

Влаготепловая обработка (ВТО) пищевого растительного сырья является одной из основных технологических стадий производства пищевых концентратов на основе варено-сушеных круп, картофеля, свеклы и моркови, определяющей качество и себестоимость продукции. Влаготепловая обработка в виде увлажнения, мойки, гидратации, бланширования, варки пищевого растительного сырья используется при производстве плющенных, «взорванных», варено-сушеных крупяных и овощных продуктов. От режимов проведения ВТО зависят качественные показатели готовой продукции, являющиеся результатом биохимических, физических и коллоидно-химических изменений. Поэтому совершенствование влаготепловой обработки пищевого растительного сырья с целью получения высококачественных продуктов является актуальной задачей, имеющей важное теоретическое и прикладное значение [45, 60, 111].

Тепловая обработка продуктов является основным приемом в технологическом процессе производства кулинарных изделий. Нагревание продукта с использованием различных сред, передающих тепло, вызывает изменения его структурно-механических, физико-химических и органолептических свойств, которые в совокупности определяют готовность

изделия, консистенцию, цвет, запах, вкус, характеризующие степень кулинарной готовности продукта.

Варка круп и зернобобовых — основной процесс подготовки сырья при производстве пищевых концентратов, так как гидротермическая обработка вызывает изменения нативных свойств крахмала и белков, повышая их усвояемость. Крупы и зернобобовые варят острым паром при наличии воды в варочных аппаратах [64, 68].

Вода поглощается крупой и при высокой температуре в сырье происходят сложные изменения коллоидно-химических свойств крахмала и белков. Наиболее оптимальная влажность крупы после гидротермической обработки составляет не более 50 %. Повышенная влажность на этой стадии производства пищевых концентратов снижает потребительские свойства продукта — готовые блюда приобретают повышенную вязкость, уменьшается объемная масса сушеной крупы. [63,69]

Основные изменения при гидротермической обработке претерпевают крахмал и белки круп.

Крахмал в набухшем состоянии при высокой температуре полностью или частично клейстеризуется, происходит его гидролиз с образованием ряда промежуточных коллоидных веществ, в частности декстринов. Это способствует увеличению содержания в продукте водорастворимых веществ, количество которых находится в прямой зависимости от свойств крахмала и степени гидротермической обработки [97, 109].

При клейстеризации крахмала наблюдаются нарушение внутренней структуры крахмальных зерен и присоединение молекул воды к их освободившимся гидроксильным группам, что приводит к увеличению сухих веществ круп.

Степень клейстеризации крахмала находится в прямой зависимости от количества воды, участвующей в гидротермической обработке, и длительности теплового воздействия. На степень клейстеризации влияют свойства крахмала

отдельных видов круп, которые различаются не только соотношением амилазы и амило-пектина, но и температурой клейстеризации [107].

При клейстеризации крахмала амилоза растворяется, появляется очень нестойкий раствор невысокой вязкости, способный при изменении условий ретроградировать, а амилопектин образует довольно стойкий плотный гель.

При продолжительной гидротермической обработке круп происходит дальнейшая клейстеризация. Между отдельными крахмальными зернами возникают новые связи, объединяющие несколько крахмальных зерен. В результате образуется гель высокой прочности [24, 76].

Белковые вещества круп в результате тепловой обработки коагулируют, причем этот процесс необратим. Коагуляция белков ведет к уменьшению содержания водорастворимых веществ в крупах, поскольку коагулированный белок является гидрофобным. Особенно заметно снижение водорастворимых веществ после гидротермической обработки зернобобовых, содержащих большое количество белковых веществ [9].

Коагулированные белки лучше усваиваются организмом человека. Однако чрезмерная гидротермическая обработка может привести к значительным необратимым процессам в белковой молекуле, вызвать начальную стадию протеолиза белка и снизить усвояемость белкового азота и пищевую ценность готового блюда [73, 80].

Гидротермическая обработка вызывает некоторый гидролиз клетчатки и протопектина. При гидротермической обработке наблюдаются реакции меланоидинообразования, в результате которых образуются темноокрашенные вещества — меланоидины, снижающие качество готовой продукции. С увеличением времени тепловой обработки их количество возрастает, поэтому необходимо соблюдать режим варки круп. Продолжительность варки составляет 20-25 мин для рисовой и 40-45 мин для перловой № 2 и пшеничной № 2 круп.

В результате изменений коллоидно-химических свойств веществ при варке крупа слипается, затрудняется процесс сушки и ухудшаются потребительские свойства готовых блюд. У разных круп слипаемость в процессе варки различна и обусловлена наличием большого количества слизистых веществ, обладающих высокой гидрофильной способностью, к которым относятся пентозаны и азотистые вещества [70, 79].

Во избежание чрезмерного набухания крахмала при гидротермической обработке круп в варочный аппарат перед началом варки вводят вещество, стабилизирующее стенки крахмальных зерен крупы. В качестве стабилизатора рекомендуется применять раствор поваренной соли.

На качество готовой продукции существенное влияние оказывает температура гидротермической обработки [93, 94, 101].

Крупы имеют различную температуру клейстеризации крахмала, которая находится в пределах 60-80 °С. Коагуляция белковых веществ в вареных крупах обеспечивается при температуре до 70-75 °С. Поэтому для перевода пищевых веществ круп в усвояемое состояние достаточна температура до 80 °С. Но при этой температуре не разрушается структура крупинок, так как не обеспечивается гидролиз клетчатки, гемицеллюлозы, протопектина. В связи с этим необходима повышенная температура, чтобы обеспечить некоторый гидролиз этих веществ и ослабить прочность межклеточных перегородок [103].

Однако повышение температуры приводит к нежелательным процессам, в частности гидролизу жира и образованию меланоидинов. Образование меланоидинов — это основной процесс, происходящий при варке и ухудшающий качество готового продукта.

Уравнение реакции образования меланоидинов следующее:

1.2.2.2. Влияние гидротермической обработки на физические и биохимические показатели продуктов из пшеницы

Зерно представляет собой упруго - вязкопластичное и в то же время сложное капиллярно - пористое коллоидное тело, в котором, при увлажнении или пропаривании и последующей сушке, происходят не только физико - механические, но и глубокие биохимические процессы [25].

Гидротермическая обработка крупяных культур, воздействуя на аналитические части зерна, должна привести их в такое состояние, при котором прочность эндосперма повышается, а пленок уменьшается. Это улучшает технологические свойства зерна, позволяет снизить дробимость ядра при шелушении, шлифовании и других процессах его переработки, а происходящие одновременно биохимические изменения повышают

потребительские достоинства крупы при сохранении ее биологической ценности [25, 26].

При ГТО крупяных культур происходит заметное изменение соотношения различных фракций белка. Наиболее чувствительны альбумины и глобулины. Значительно изменяются и свойства крахмала. Для большинства крупяных культур наблюдается снижение вязкости водно-мучных суспензий. Это обусловлено модификацией крахмала под влиянием влажности, температуры и давления. Заметно повышается атакруемость крахмала α - и 13-амилазами. В результате частичного гидролиза крахмала в крупе повышается содержание декстринов и сахаров. Заметно изменяется и липидный комплекс крупы, в частности замедляется окисление липидов.

Крупа после гидротермической обработки лучше хранится. Это связано с понижением активности ферментов зерна, а также почти полным уничтожением микрофлоры при жестких режимах обработки [72].

1.2.3. СВЧ нагрев

Метод СВЧ-нагрева основан на явлении диэлектрической поляризации - перемещении в некоторых ограниченных пределах связанных электрических зарядов - диполей. Под действием внешнего переменного электромагнитного поля в материале происходит их колебательное движение и переориентация, в результате которых возникают токи проводимости и смещения. Совокупность обоих явлений и обеспечивает нагрев материала. Так как диэлектрические свойства воды примерно в десятки раз выше собственного сухого вещества основных сельскохозяйственных материалов, например, зерна или травы, то при СВЧ-нагреве в первую очередь будет нагреваться вода внутри их капилляров или находящаяся на поверхности. На макроуровне это будет проявляться в большем нагреве более влажных материалов по сравнению с сухими. Особенности СВЧ-нагрева определяют закономерности тепломассопереноса при микронизации зерна. При этом важно, что все эти материалы имеют псевдокапиллярную систему и относятся к классу капиллярно-пористых тел, массоперенос (влажноперенос) внутри которых зависит от размеров капилляров [62].

Установлено, что, например, в зерне, являющемся основным продуктом сельского хозяйства, отсутствуют макрокапилляры, то есть капилляры, радиус которых превышает 10^{-7} м. Превалирующим радиусом капилляров зерна является при температуре 25°C радиус размером $1,25 \cdot 10^{-9}$ м, а при температуре 50°C - радиус размером $1,0 \cdot 10^{-9}$ м, что обуславливает закономерности переноса влаги в зерне на уровне молекулярного режима.

В этом случае при большой скорости СВЧ-нагрева внутри влажного обрабатываемого материала создается мощный источник теплоты и высокий градиент избыточного давления влаговоздушной смеси. Все виды диффузионного переноса тепла и влаги подавляются, и преобладает молекулярный массоперенос типа фильтрации газа через дисперсные среды. Благодаря этому, при СВЧ-обработке могут быть существенно снижены

удельные затраты энергии, сохранено или улучшено качество обрабатываемых материалов.

Интенсивное теплофизическое воздействие СВЧ на зерно и продукты питания (крупы, мука), может приводить к преобразованию содержащихся в них питательных веществ по цепочке от сложных биополимеров - к простым. Наблюдается увеличение степени декстринизации крахмала до 50% и выше; повышение развариваемости круп в 5-10 раз; снижение удельных затрат энергии по сравнению с аналогами в 1,3-1,4 раза [14, 86]

1.2.4. Инфракрасная обработка

Актуальной, перспективной и наиболее распространенной в данный момент является сушка продуктов питания с применением инфракрасного (ИК) излучения.

Под инфракрасным излучением принято понимать невидимую глазом область излучения, примыкающую к красному спектру видимого светового излучения, с длиной электромагнитных волн от 0,76 до 400-500 мк. Иногда выделяют, в области инфракрасного излучения, излучения субинфракрасных лучей, генерируемых инфракрасными лампами, длина волны основной части излучения которых составляет от 0,76 до 5,5 мк [23, 67].

Инфракрасные лучи отличаются от других электромагнитных колебаний частотой, длиной и скоростью распространения волн. Тепловое воздействие инфракрасных лучей объясняется в настоящее время двойственностью электромагнитного поля или волновой природой квантов. При этом источник излучения создает электромагнитное поле, служащее носителем энергии; тепловая энергия передается с помощью этого поля и поглощается предметами окружающей среды, т.е. атомами облучаемого вещества [11,19].

При поглощении энергии повышается уровень собственных колебаний атомов, что означает превращение энергии излучения в тепловую энергию. От общего количества подводимой к облучаемому предмету энергии излучения в

единицу времени одна часть поглощается, другая часть отражается и третья часть пропускается телом. Большинство влажных продуктов обладает высокой способностью к поглощению; она зависит, однако, от строения поверхности, химического состава и формы тела [20, 21, 71].

Особенностью применения ИК - излучения в пищевой промышленности для процессов, связанных с прогревом материалов (выпечки, обжарки, сушки, термического воздействия на зерно и на муку), является проникновение в них на некоторую глубину лучистого потока. Глубина проникновения инфракрасных лучей в прогреваемый материал зависит от его свойств, структуры и характера поверхности, а также от длины волны излучения [17, 22, 106].

Для пищевых продуктов глубина проникновения инфракрасных лучей достигает 6 - 12 мм. На эту глубину проникает небольшая часть энергии излучения, но температура слоя, лежащего на расстоянии 6-7 мм от поверхности материала, растет значительно интенсивнее, чем при нагреве конвективным способом. Средневолновое и коротковолновое инфракрасное излучение оказывают более сильное воздействие на пищевые продукты, как за счет большой глубины проникновения, так и более эффективного воздействия на молекулярную структуру продуктов [48]

Для таких коллоидных капиллярно - пористых продуктов, зерно, глубина проникновения ИК - лучей может быть от десятых долей до нескольких (<7) миллиметров [97, 102].

Считают, что глубина проникновения в продукт инфракрасных лучей тем больше, чем меньше величина длины волны излучения.

Особенностью передачи тепла материалам, нагреваемым инфракрасным излучением, по сравнению с конвективной передачей, является возможность

создания во много раз большей плотности потока тепла. Это позволяет достичь значительно больших скоростей прогрева материала [3, 102].

Источниками ИК - излучения являются тела, нагретые до соответствующей температуры. Чем выше температура нагрева определенного тела, тем меньше длина волн излучения [19].

Инфракрасная сушка продуктов питания основана на том, что инфракрасное излучение активно поглощается водой, содержащейся в продукте, но не поглощается тканью высушиваемого продукта, поэтому удаление влаги возможно при невысокой температуре (40-60°C). Это дает практически полностью сохранить витамины, биологически активные вещества, естественный цвет, вкус и аромат подвергающихся сушке продуктов, что в свою очередь является одной из важнейших задач в области переработки продуктов питания. Сушка продуктов по данной технологии позволяет сохранить содержание витаминов и других биологически активных веществ в сухом продукте на уровне 80-90% от исходного сырья [106].

При непродолжительном замачивании (10-20 мин.) прошедший инфракрасную (ИК) сушку продукт восстанавливает все свои натуральные органолептические, физические и химические свойства и может употребляться в свежем виде или подвергаться любым видам кулинарной обработки. Сушка овощей и фруктов, круп таким способом дает возможность производства разнообразных пищевых концентратов быстрого приготовления, которые используются в хлебопекарной, кондитерской промышленности, как компонент сухих смесей детского питания. По сравнению с традиционной сушкой, овощи, обработанные инфракрасной сушкой после восстановления обладают вкусовыми качествами, максимально приближенными к свежим. Кроме того, порошки, прошедшие инфракрасную сушку, обладают противовоспалительными, детоксирующими и антиоксидантными свойствами. Применение продуктов, прошедших инфракрасную сушку, в молочной, кондитерской, хлебопекарной промышленности дает возможность расширить ассортимент пищевой продукции со специфическими вкусовыми свойствами. Инфракрасная сушка позволяет выпускать продукты не содержащие

консервантов и других посторонних веществ. Прошедший инфракрасную сушку продукт более стоек к развитию микрофлоры [18, 33, 106].

Еще один положительный момент состоит в том, что технология инфракрасной сушки влажных продуктов позволяет практически на 100% использовать подведенную к продукту энергию. В отличие от всех других видов сушки, при инфракрасной сушке энергия подводится непосредственно к воде, содержащейся в продукте, чем и достигается высокое КПД и, следовательно, значительно экономится электроэнергия.

Установлено, что термообработка продуктов инфракрасным излучением позволяет сократить время обработки различных изделий в несколько раз, расход энергии до 15 раз. При этом продукт стерилизуется, что значительно повышает срок его хранения.

В качестве источников ИК излучения используются галогеновые лампы, конструктивно объединенные в модули нагрева. Установка представляет собой конвейер, с металоячеистой металлической сеткой, на которую подается крупа. Сверху стоят модули нагрева. Пройдя нагрев, крупа ссыпается в бункер, где находится еще некоторое время на стадии темперирования, а потом подается через охлаждающее устройство оснащенное вентиляторами, на фасовку. Недостатком этого метода является высокая энергоемкость оборудования [48].

1.2.5. Экструзионная обработка

В промышленности применяется тепловая обработка зерновых с применением экструдеров, в процессе которой зерно подвергается воздействию высокой температуры и давления.

При этом происходят различные изменения биохимических свойств сырья. Происходит денатурация белка, клейстеризация крахмала, инаktivация различных ферментов. И в результате готовый продукт приобретает новые физические и реологические свойства: плотность, прочность, пористость,

изменяет свою консистенцию, значительно отличающуюся от свойств исходного сырья.

В значительной степени изменяется и структура зерна ячменя. Как известно, эндосперм ячменя состоит из относительно тонкостенных клеток, внутри которых крахмальные гранулы (овальной и яйцевидной формы) хорошо утоплены в белковую матрицу и образуют монолитную структуру. Алейроновый слой состоит из 2-3 рядов крупных толстостенных клеток, имеющих в поперечном разрезе почти квадратную и прямоугольную форму и плотно примыкают к друг другу, не образуя межклетников. Внутри данных клеток находится большое количество алейроновых зерен белковой природы.

При экструдировании микроструктура ячменя подвергается следующим изменениям: приобретает пористую структуру, крахмальные гранулы интенсивно вспучиваются, что приводит к их разрыву, и при этом они значительно увеличиваются в размерах [32, 100].

Такое изменение крахмальных гранул объясняется воздействием больших градиентов температуры и влагосодержания в рабочей зоне экструзионного шнека, а так же за счет большого перепада давления пара в крахмальной грануле при выходе из экструдера.

Определенная роль при взрывании крахмальной гранулы принадлежит конформационным изменениям полисахаридных цепей амилозы. Их быстрое разворачивание приводит к резкому увеличению крахмальных гранул этим объясняется увеличение степени декстринизации крахмала.

Белок так же претерпевает значительные изменения в процессе экструдирования, приобретает тягучую конформацию. [32, 84, 85]

1.2.6. Изменение свойств зерна пшеницы в процессе тепловой обработки

1.2.6.1. Изменения свойств крахмала зерна пшеницы в процессе тепловой обработки

Крахмал, основной компонент всех зерен злаков, присутствует в клетках эндосперма зерновки в виде плотных микроскопических водонерастворимых гранул, размер и форма которых различна для разных видов зерновых продуктов. Внутри гранул молекулы составляющих крахмала организованы в виде многочисленных концентрических слоев (колец роста) с центром в хилусе (исходной точке роста), достигающих до поверхности гранулы [122].

Таблица 1.2.6.1.1 - Свойства крахмала пшеницы

Зерно	Крахмал, % СВ	Форма	Диаметр, мм	Диапазон температуры клейстеризации, °С	Содержани е амилозы, %
Пшеница	67,2-68,4	Чичевицеобразная, многогранная	2-38	58-64	26-28

Хотя кольцевые структуры роста в крахмалах зерновых слабо заметны, их хорошо видно в гранулах некоторых гидратированных крахмалов (особенно картофеля) в обычном свете при умеренном увеличении (x125). В поляризованном свете гранулы нативного крахмала злаков характеризуются двойным лучепреломлением (в виде типичного мальтийского креста), что свидетельствует о высокой степени упорядоченности на молекулярном уровне, то есть молекулы выровнены в кольцах роста преимущественно в радиальном направлении от хилуса.

Крахмал состоит из двух основных видов высокомолекулярных полимеров глюкозы – амилозы, весьма гибкого линейного полимера (с молекулярной массой 105-106), и амилопектина, полимера с сильно разветвленной цепью (молекулярная масса 108-109). В кольцах роста распределены мелкие кристаллы или мицеллы – небольшие кристаллические области (размером 100-150 Е), в которых группы внешних ветвей молекул амилопектина, в определенной степени связанные с цепями амилозы,

выровнены параллельно и удерживаются в этом состоянии водородными связями. Эти мицеллы представляют еще один тип молекулярной упорядоченности в гранулах (наряду с радиальным выравниванием), обуславливающим двойное лучепреломление. Они являются причиной отчетливой рентгеновской дифракции крахмала, напоминающей картину, наблюдаемую у чистых кристаллических порошков. Известно, что 15-40% крахмала зерен злаков присутствует в форме мелких кристаллов, окруженных аморфными областями, в которых макромолекулы «упакованы» и упорядочены менее тесно. Одна макромолекула может проходить через один или несколько кристаллитов, а также одну или несколько аморфных областей. Аморфные области в присутствии воды способны к гидратации и набуханию, тогда как кристаллиты сопротивляются разбуханию и способствуют поддержанию целостности гранулы, ограничивая вымывания молекул компонентов.

Такую сложную пространственную сеть кристаллитов, ковалентно связанных аморфными областями гибких сегментов цепей, называют структурной моделью «бахромчатой мицеллы», которая подобна частично кристаллизованным синтетическим полимерам. Эта модель легла в основу подхода к изучению крахмала и других систем природных полимеров на основе «теории пищевых полимеров» [132]

Гранулы нативного крахмала в водной суспензии при комнатной температуре за счет поглощения воды в аморфных областях колец роста претерпевают ограниченное обратимое набухание. В крахмале пшеницы диаметр гранул увеличивается приблизительно на 20%, а содержание воды увеличивается со временем с 10-14 до примерно 30%, причем свойство двойного лучепреломления гранул сохраняется. Нагрев суспензии примерно до 50 °C вызывает некоторое дополнительное набухание гранул, но с ростом температуры происходит сложная последовательность изменений, приводящая в конечном итоге к полной дезорганизации структуры гранул.

Сначала происходит заметное увеличение подвижности сегментов полимерных цепей в аморфных областях. Это увеличение пластичности или размягчение аморфной стекловидной матрицы, называемое «стеклованием» (переход из высокоэластического состояния в стеклообразное) делает возможным еще большее проникновение воды в гранулы, сопровождающееся ускоренным набуханием. Затем в температурном диапазоне от 58 до 64 °С (специфическом для пшеницы), водородные связи из-за набухания гранул подвергаются действию напряжений и распределяются между цепями полимера в кристаллической фазе, и микрокристаллит плавится, о чем свидетельствует исчезновение рентгеновской дифракции. В то же время гранулы почти полностью теряют способность к двойственному лучепреломлению из-за нарушения радиального выравнивания молекул, а сопутствующее увеличение содержания воды способствует растворению крахмала внутри гранул. За этим следует вымывание крахмала (в основном, амилозы) в окружающую среду.

Эти необратимые изменения (набухание, потеря способности к двойному лучепреломлению, плавление кристаллитов и растворение полимеров, так называемая солюбилизация) представляют собой клейстеризацию или «первый этап набухания» при тепловой обработке [115]. Гранулы крахмала пшеницы примерно при 65 °С (после завершения клейстеризации) при избытке воды выглядят разбухшими, деформированными дисками и могут содержать до 85% воды.

На рисунке 1.2.6.1.1 представлена типичная термограмма дифференциальной сканирующей калориметрии пшеничного крахмала в воде, которая дает информацию о температуре и теплоте клейстеризации (энтальпии) и степени тепловой обработки (сравнение значений энтальпии) в широком диапазоне сочетаний крахмал-вода[133].

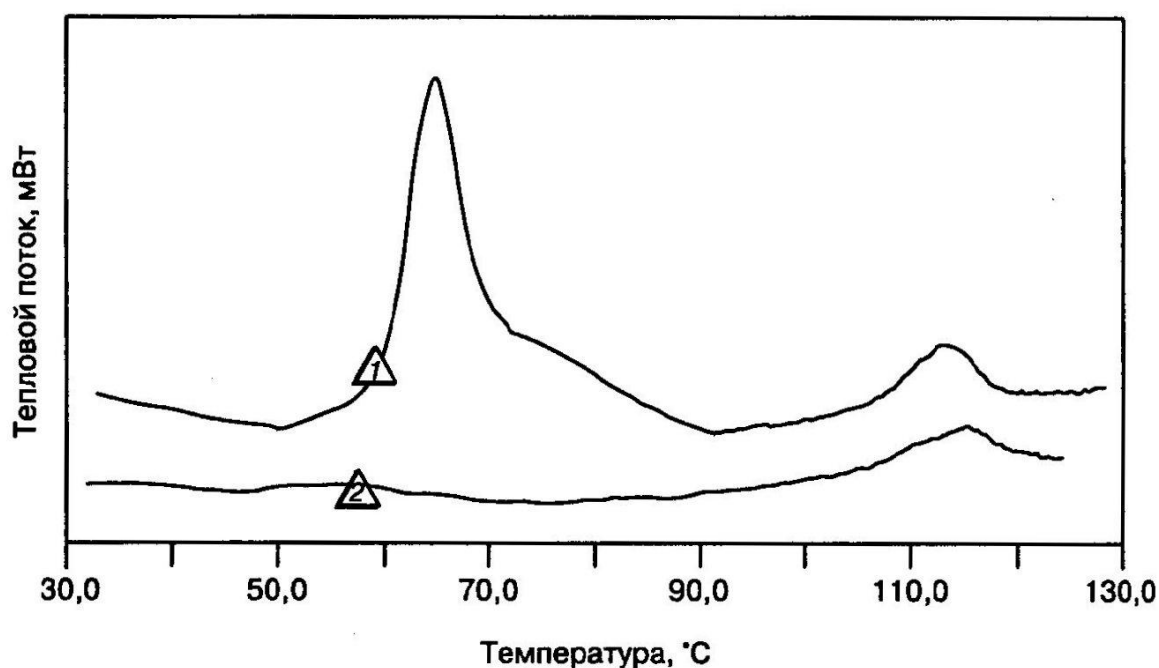


Рисунок 1.2.6.1.1 - Термограммы дифференциальной сканирующей калориметрии пшеничного крахмала в воде (в пропорции 1:1):

Кривая 1 получена в результате сканирования нативного крахмала и показывает эндотермы клейстеризации (пик при 64 °С) и плавление амилозы и липидов (пик при 110 °С); кривая 2 получена в результате повторного сканирования сразу после охлаждения до 20 °С на приборе DSC-7 фирмы Perkin-Elmer

При продолжении нагревания суспензии крахмала после первого этапа набухания до 80-90 °С, процессы начавшиеся во время клейстеризации, продолжают в более энергичном темпе. Стадия клейстеризации при тепловой обработке крахмала включает дальнейший рост поглощения воды, вымывание сухих веществ, смягчение и расширение гранул, что приводит к их полному разрушению. Считается, что расширение во время клейстеризации («второго этапа набухания») затрагивает области гранул, менее доступные для влаги [51, 123]. Поскольку высвобождение молекул амилозы и амилопектина из гранулы облегчается, то вязкость суспензии существенно повышается. Традиционно это увеличение вязкости приписывается тому, что набухшие гранулы вступают в контакт с друг другом, вязкость при этом продолжает возрастать и после прекращения набухания и разрушения гранул [51,126]. Таким образом, основным фактором, определяющим консистенцию крахмальной пасты,

является концентрация выделившихся веществ в водной фазе. Клейстеризацию крахмала лучше всего оценивать с помощью амилографии, включающей непрерывное измерение вязкости при регулируемом нагреве и последующем охлаждении смеси крахмала с водой. (рис. 1.2.6.1.2)



Рисунок 1.2.6.1.2 - Кривая цикла клейстеризации крахмала, характерная для пшеничного крахмала при концентрациях 8-12% дБ с указанием параметров садки

Диапазон температур клейстеризации крахмала зависит от содержания влаги. Из таблицы 1.2.6.1.1 видно, что этот диапазон для пшеничного крахмала (в разбавленной водной суспензии) составляет 58-64 °C, тогда как в жидком тесте на воде с водопоглощением 65% он увеличивается до 58-80 °C.[119]

В системах с малым содержанием влаги температура стеклования T_g крахмала значительно повышается. Ее снижение происходит с увеличением концентрации влаги, делая возможным более раннее начало клейстеризации в цикле нагрева. Это справедливо вплоть до нижнего предела температуры, представляющего собой точку плавления микрокристаллов амилопектина при избытке воды, и определяющего традиционную температуру клейстеризации.

Сахароза или любой другой сахар в водном растворе в качестве третьего компонента менее эффективны в качестве пластификатора по сравнению с водой [119], и на практике можно ожидать, что присутствие сахара может привести к более высоким температурам клейстеризации крахмала.

1.2.6.2. Миграция влаги в процессе обработки зерна

Этап тепловой обработки очень важен для подготовки зерна пшеницы для механической обработки (шрединга или плющения в хлопья). Исследователями отмечалось, что тепловая обработка цельных зерен представляет собой динамический процесс происходящий под воздействием тепла, влаги и времени, и рассматривается как процесс управления содержанием влаги в образце. (рис. 1.2.6.2.1)

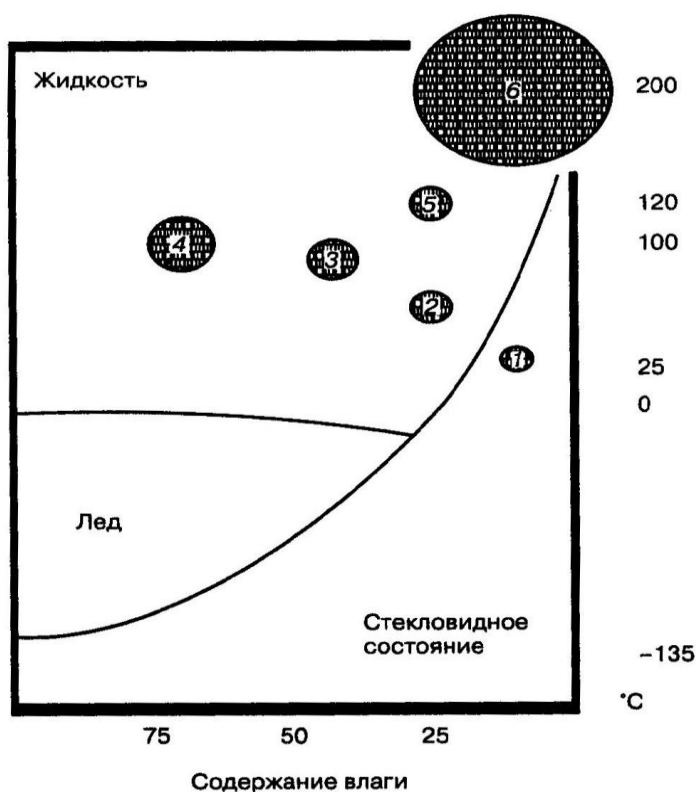


Рис. 1.2.6.2.1 - Изменение в ходе обработки цельных зерен. Представленные в виде диаграммы состояний для аморфных областей гранул крахмала.

Пронумерованные точки на схеме соответствуют состояниям: 1 – цельное сырое зерно; 2 – первая стадия набухания; 3 – начало второй стадии набухания; 4 – завершение второй стадии набухания; 5 – бланширование; 6 – вспучивание

Аморфные области гранул нативного крахмала при комнатной температуре существуют в твердом состоянии (точка 1) ниже T_g , то есть ниже температуры, при которой аморфное твердое вещество, пластифицированное водой, может размягчиться и стать резиноподобным или жидким. Клейстеризация крахмала (точка 2) происходит только тогда, когда содержание влаги составляет не менее 27%, а вторая стадия его клейстеризации (точка 3) – когда содержание влаги составляет не менее 45% [132].

Следовательно, в ходе тепловой обработки (варки) клейстеризация и садка происходят последовательно, сопровождаемые проникновением влаги в разогретое зерно пшеницы или крупку. В процессе шрединга для оптимального размягчения зерна требуется и то и другое: для возможности формирования непрерывных лент из отдельных зерновок в измельчающих вальцах крахмал должен быть достаточно размягчен или «разжижен». Оказывается. Что в процессе хлопьеобразования тепловая обработка крупки ограничена этапом клейстеризации, поскольку максимальное среднее содержание влаги в обработанной крупке составляет 33%. Тем не менее часть крупки, скорее всего достигает более высокого значения содержания влаги, чем то, при котором возможно наступление второй стадии клейстеризации. В отличие от крупки тепловая обработка зерновки для хлопьев распространяется существенно дальше за стадию садки. Полученное обработанное таким образом зерно затем перед темперированием и получением хлопьев подсушивают до содержания влаги, близкого к области стеклования [51].

1.3. Технологии производства крупяных продуктов быстрого приготовления и готовых к употреблению

1.3.1. Традиционная технология производства круп быстрого приготовления

Производство круп быстрого приготовления (варено-сушеных круп) по технологии, предложенной Бачурской Л.Д. и Гуляевым В.Н. [9], осуществляют по схеме, приведенной на рис. 1.3.1.1.

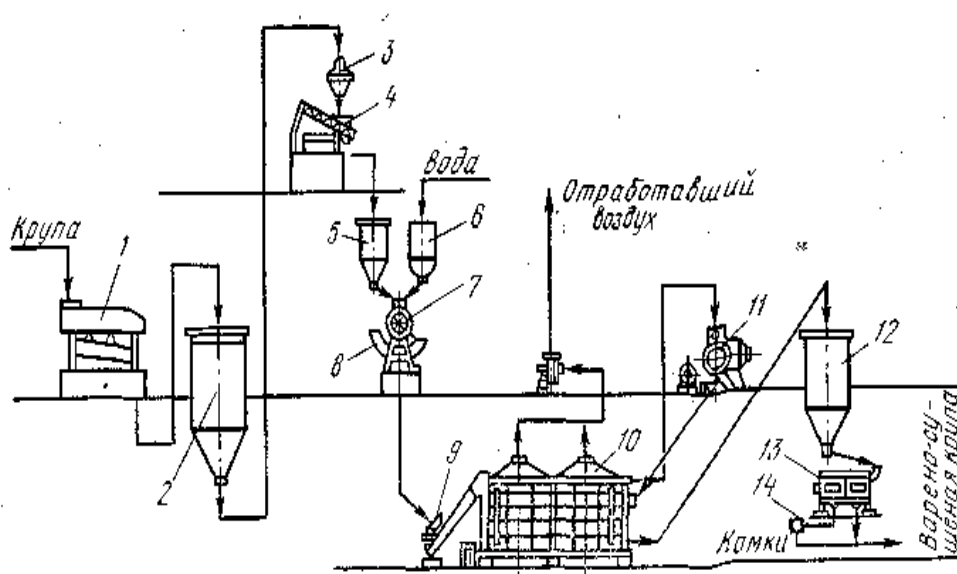


Рисунок 1.3.1.1 - Технологическая схема производства круп быстрого приготовления

Крупу очищают от посторонних и металломагнитных примесей на зерновом сепараторе (1). От легких примесей зерно очищают потоком воздуха при входе в сепаратор и выходе из него, от металломагнитных примесей — пропуская через магниты также при входе в сепаратор и выходе из него.

Примеси, отличающиеся от зерна размерами, отделяют, пропуская зерно через систему штампованных металлических сит с круглыми или продолговатыми отверстиями, установленных на качающемся при помощи кривошипно-шатунного механизма кузове зернового сепаратора.

На приемном сите от зерна отделяются крупные примеси (камни, щепа и т. п.), на сортировочном сите — примеси, размер которых превышает размер

зерна. Через сходовое сито просеиваются все мелкие примеси, а зерно поступает в выходной канал, где также попадает в воздушный поток, уносящий оставшиеся легкие примеси. При выходе из сепаратора зерно проходит через магнитное заграждение, где задерживаются оставшиеся металломагнитные примеси.

Очищенное сырье направляют в промежуточный бункер (2), откуда по мере надобности транспортируют на автовесы (3). Взвешенная крупа поступает в крупомоечную машину (4), где удаляется мучель, отдельные семена дикорастущих растений, лузга (оболочка), органический сор и с поверхности зерен грязь (минеральное загрязнение).

Во время мойки продукт равномерно смачивается водой. Это способствует хорошему его увлажнению, что важно для дальнейшей обработки. Скорость и степень увлажнения зерна при мойке зависят от многих факторов: от природы продукта, температуры воды, продолжительности процесса, конструкции машины. При мойке применяют водопроводную воду. Пшено моют водой, нагретой до 45 – 47°C.

Мытую крупу направляют в бункер (5), установленный над варочным аппаратом (7). Из бункера крупу загружают в варочный аппарат, куда из сборника-мерника (6) добавляют расчетное количество воды.

Варку круп осуществляют в специальных варочных аппаратах острым паром под избыточным давлением 0,15 – 0,20 МПа в присутствии воды в течение 30 – 45 минут.

При получении круп, не требующих варки, применяют более глубокую гидротермическую обработку с тем, чтобы все пищевые вещества довести до полной кулинарной готовности и как можно сильнее разрушить межклеточные перегородки. Однако следует избегать переувлажнения крупы, вследствие чего могут образовываться комья сваренной крупы, непригодные для дальнейшей технологической обработки. Сваренная крупа должна быть рассыпчатой.

Технологической инструкцией по гидротермической обработке круп предусматривается применение очищенных пищевых растительных фосфатидов (соевых, подсолнечных), которые препятствуют слипанию и образованию комьев крупы при варке, что позволяет вести гидротермическую обработку до полной клейстеризации крахмала и уменьшить лом крупы при дальнейшей обработке. Это особенно заметно при обработке рисовой крупы.

Фосфатиды закладывают в варочный аппарат, предварительно растворив их в гидрожире, нагретом до 40 – 55°C. На одну часть фосфатидов берут три части жира. Смесь фильтруют через проволочное сито № 1. При загрузке в варочный аппарат 800 кг крупы добавляют 1,6 кг фосфатидов, растворенных в 4,8 кг гидрожира.

Крупы, подвергнутую термической обработке, выгружают в приемник крупы (8), а из него специальным распределителем (9) раскладывают на приемной ленте сушилки (10). После прохождения первой ленты влажность продукта снижается до 22 – 26%. Перловую, пшеничную, овсяную и кукурузную крупы, предназначенные для производства быстрорастворимых концентратов, и крупы перловую, пшеничную, гречневую и рисовую, предназначенные для производства круп, не требующих варки, после прохождения первой ленты направляют на вальцовый станок для плющения. Если крупа предназначена для производства быстрорастворимых концентратов, плющение осуществляют на вальцовом станке (11) с гладкими валками одинакового диаметра. Валки вращаются навстречу друг другу с одинаковыми окружными скоростями. Величину зазора между валками устанавливают так, чтобы ткань зерна была нарушена, но зерно не измельчалось бы в крупку. Обычно зазор равен 1 – 2 мм.

При изготовлении крупы, не требующей варки, направляют на плющение гречневую и рисовую крупы с влажностью 23 – 27%, перловую и пшеничную – с влажностью 18 – 22%. Чтобы повысить степень деформации крупинки, что влечет за собой лучшую восстанавливаемость и набухаемость, применяют

рифленные валки также с одинаковой частотой вращения. Зазор в этом случае устанавливают для гречневой крупы равным 0,4 - 0,5 мм, для перловой и пшеничной – 0,3 - 0,4 мм, для рисовой – 0,3 мм.

После плющения крупы направляют на вторую ленту сушилки (10) и досушивают до 9 – 9,5% влажности. Крупы, которые не плющат, сушат сразу до влажности 9 – 9,5%.

Высушенную крупу из сушилки направляют в приемный бункер (12), оттуда на просеиватель (13), где отделяют от крупы образовавшиеся при сушке комки, которые дробят на дробилке (14) и присоединяют к крупе.

Завершающей операцией является повторная очистка крупы от металломагнитных примесей, после чего варено-сушеную крупу направляют в бункера дозаторно-смесительного отделения цеха пищевых концентратов первых и вторых блюд или затаривают в мешки из крафт-бумаги для транспортирования на другие предприятия [9, 28].

В последние годы техника и технология варено-сушеных круп получили значительное развитие. Было установлено, что кратковременная мойка не оправдывает своего назначения. С круп не только не смывается осевшая пыльца, но они к тому же получают достаточное микробиологическое обсеменение. Во ВНИИПП и СПТ при изучении этого вопроса пришли к выводу, что мойку крупы целесообразно заменить интенсивной сухой очисткой.

Как показали исследования, гидратация круп, проводимая в варочном аппарате под давлением, не дает должного результата, лучшие показатели впитываемости воды крупой, а значит, и соответствующее разрыхление эндосперма крупинки достигаются при гидратировании круп при атмосферном давлении [23].

Варка круп паром при атмосферном давлении является более прогрессивным процессом, позволяющим сократить продолжительность варки и получить более качественный продукт.

Изложенное выше явилось основой создания новой линии производства варёно-сушеных круп [28]. Особенностью этой линии является отказ от бункерных емкостей между отдельными агрегатами, кроме емкости после очистки крупы, что позволяет очистку крупы проводить в одну смену. Сухую очистку крупы обеспечивает специальный крупяной сепаратор с активной вентиляцией А1-БЛК. В комплекте с крупяным сепаратором устанавливают щеточную машину А1-БЦМ и камнеотборочную пневмомашину А1-БКР.

Обработка крупы на очистительных машинах гарантирует достаточную очистку от примесей, пыли и мелких частиц камней. Микробиологическая обсемененность благодаря значительному удалению пыли снижается.

Очищенная крупа из сепаратора поступает в аппарат для гидратации. В технологию введена новая операция - гидратация крупы до варки. Разделение процесса гидратации с варкой привело к тому, что при этом значительно разрыхляется эндосперм крупинки, она становится более рыхлой, расплющивающее действие воды при гидратации (без давления) значительно возрастает. Это обстоятельство снижает температуру и длительность варки.

Варка крупы при атмосферном давлении обеспечивает получение рыхлых крупинок без чрезмерной клейстеризации и деструкции крахмала, что в дальнейшем способствует получению рассыпчатой крупы со значительно сниженным временем разваривания.

Большой обмен паровоздушной смеси при варке в открытом аппарате создает условия для полной дезодорации крупы, что приводит к улучшению запаха и вкуса получаемого продукта.

Варка без избыточного давления не требует наблюдения инспекции котлонадзора за работой аппаратов этой конструкции и значительно улучшает состояние техники безопасности.

Аппараты для гидратации и варки устанавливают в едином агрегате А2-КВА, размещая первый над вторым.

Агрегат облегчает условия работы оператора, имеет более высокую производительность, дает продукт более высокого качества. Крупа имеет естественные, свойственные продукту цвет и вкус. После сушки она значительно лучше восстанавливается и по качественным показателям превосходит крупу, сваренную в аппарате ВА-800М.

Используемые сушилки Г4-КСК и СПК-4Г имеют недостатки, обусловленные продолжительной сушкой крупы в неподвижном слое. Использование воздуха как сушильного агента приводит к некоторой аэрации крупы, что отражается на сроках хранения готового продукта. В связи с тем, что подача воздуха в сушилку во многих случаях не организована, всегда имеется опасность микробиального обсеменения высушиваемого материала. Но пока эти сушилки заменить нечем [9, 28, 93].

Современные способы тепловой обработки должны решать следующие задачи:

1. уменьшать потери и повышать усвояемость наиболее ценных питательных веществ;
2. получать продукты, обладающие высокими диетическими свойствами;
3. удалять антипитательные компоненты или снижать их отрицательное воздействие;
4. снижать время приготовления продуктов в домашних условиях;
5. обеспечивать ресурсосбережение и экологическую чистоту процесса [43, 44].

Гидротермическая обработка зернового сырья может осуществляться с помощью пара, горячего воздуха, термоизлучения и механическим путем (плющение, дробление, экструзия) [18,83].

Варка - наиболее трудоемкая стадия, лимитирующая продолжительность технологического процесса производства быстрорастваривающихся круп по традиционной технологии, так как по затратам времени и тепловой энергии она

превосходит другие стадии процесса. При варке изменяются не только физико-химические и структурно-механические показатели исходного сырья, но и создается новый в качественном отношении продукт со свойствами, сформированными под воздействием теплоты и влаги [36].

В последнее время большое внимание уделяется снижению энергозатрат и трудоемкости процессов. Это, в первую очередь, связано с рациональным использованием энергоносителей и автоматизацией производств и особенно актуально в пищеконцентратной промышленности, так как на осуществление процессов варки и сушки затрачивается значительное количество энергии без утилизации теплоты отработанных теплоносителей, т.е. процессы протекают с большими безвозвратными потерями энергии [61].

1.3.2. Технология производства круп быстрого приготовления и хлопьев, не требующих варки

На основании многочисленных исследований и традиционной технологии производства круп быстрого приготовления из крахмалосодержащего сырья учеными из МГУПП и компании ООО «ПК Старт» была разработана технология производства круп быстрого приготовления и хлопьев, не требующих варки при помощи инфракрасного излучения.

Принципиальная схема технологического процесса получения круп быстрого приготовления и хлопьев, не требующих варки, представлена на рис. 1.3.2.1.

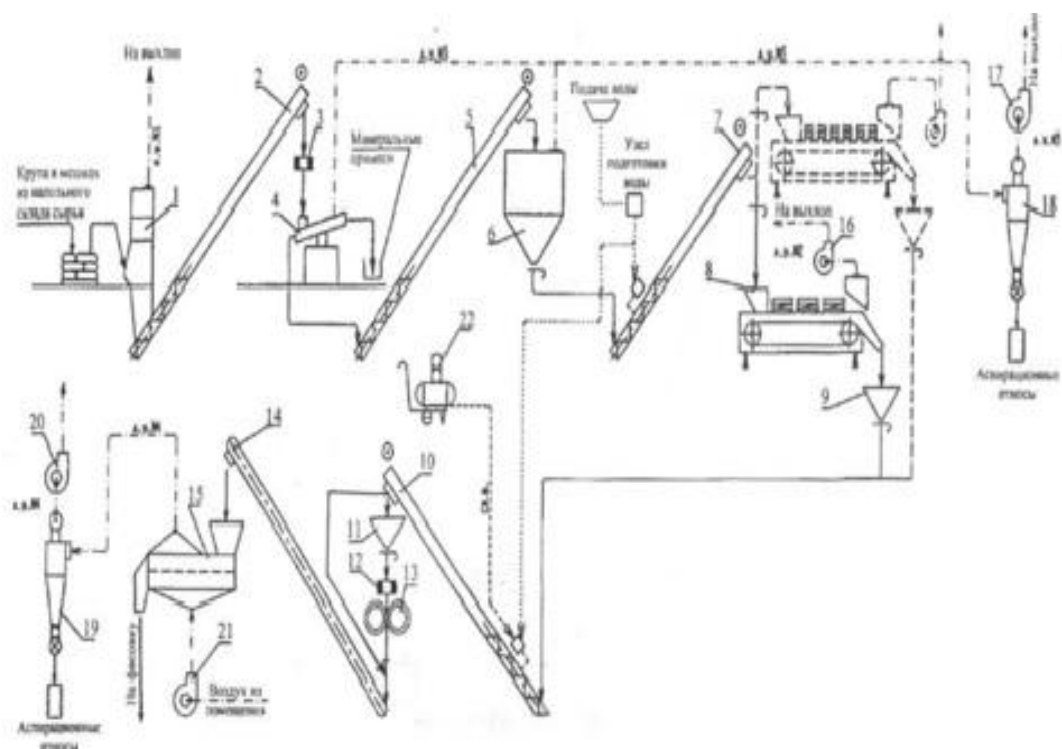


Рисунок 1.3.2.1 - Схема технологического процесса получения круп быстрого приготовления и хлопьев, не требующих варки:

1 – пылеулавливатель, 2 – конвейер винтовой, 3, 12 – магнитная колонка, 4 – камнеотделительная машина, 5 – шнековый транспортер, 6 – бункер накопительный, 7 – шнек увлажняющий, 8 – установка термообработки зерна, 9, 11 – бункер темперирующий, 10 – шнек темперирующий, 13 – станок плющильный, 14 – элеватор, 15 – охладитель, 16, 17, 18 – вентилятор, 19 – батарейная установка циклонов, 21 – вентилятор для подачи воздуха, 22 – компрессор (водяная станция)

Процесс осуществляется следующим образом. Исходная крупа растаривается из мешков, подается через магнитную колонку на камнеотделительную машину, освобождается от металлических и минеральных примесей, и поступает в накопительный бункер. Из него подготовленная крупа поступает в шнек, где на неё при помощи форсунок наносится необходимое количество воды. При перемещении крупы по шнеку вода равномерно распределяется по её поверхности и впитывается оболочкой. Крупа восстанавливает сыпучесть и ссыпается в бункер-питатель установки для термообработки. Дозирующее устройство бункера-питателя раскладывает крупу на металлическую сетку транспортера с необходимой геометрией и

подовым наполнением. Крупа обрабатывается инфракрасным излучением согласно технологической инструкции. Часть влаги, испаряясь с поверхности, охлаждает и предотвращает ее перегрев. Остальная влага из оболочки перемещается внутрь, нагревается вместе с сухим веществом крупы, превращается в пар, который разрушает её структуру или нет. Нагретая до необходимой температуры крупа ссыпается в теплоизолированный бункер, где выдерживается при постоянной температуре и атмосферном давлении 1–6 минут и подается в темперирующий шнек, где на нее через форсунки подается холодная вода и происходит процесс пропаривания. Пропаренная крупа поступает в охладитель (крупа быстрого приготовления). Для получения хлопьев крупа отлёживается в надплющильном бункере, после чего плющится и охлаждается [5, 43].

Данный способ успешно прошел опытно-промышленную проверку для следующих видов круп: крупы перловая (ГОСТ 5784), гречневая ядрица (ГОСТ 5550), рисовая высший сорт (ГОСТ 6292) и успешно используется на предприятиях по переработки крупяных культур.

1.3.3. Традиционная технология производства пшеничных хлопьев, готовых к употреблению

Продукты, готовые к употреблению получаемые из зерновых, вырабатывают в виде хлопьев, взорванных зерен и палочек. Они полностью подготовлены к приему в пищу и не требуют никакой кулинарной обработки.

Для производства пшеничных хлопьев используют обычно мягкую краснозерную или белозерную озимую пшеницу. В исключительных случаях для производства пшеничных хлопьев класса «премиум» используют более дорогую твердую пшеницу.

В типовую рецептуру пшеничных хлопьев входят: плющенная пшеница, мелкий сахарный песок – 5-6%, солодовый сироп – 1-2%, соль – 1,5-2% и вода в количестве, достаточном для получения продукта с влажностью 28-30%, включая паровой конденсат. Вкусовые материалы и вода могут быть

заготовлены как маточная смесь в количестве, достаточном для нескольких партий, для каждой из которых дозируется по массе [51].

Технология производства пшеничных хлопьев, готовых к употреблению отличается от кукурузных тем, что для них используют цельное пшеничное зерно со всеми неповрежденными частями, а для кукурузных – крупные частички эндосперма кукурузных зерен, после удаления оболочки и зародыша.

Выработка пшеничных хлопьев осуществляется на механизированных линиях, позволяющих переходить с производства одного вида крупы на другой.

Основными процессами этого производства являются очистка и мойка, увлажнение и отлежка пшеничной крупы, тепловая обработка (варка, сушка). При очистке и мойке происходит отделение примесей и удаление различных загрязнений. При варке происходят гидролитическое воздействие влаги на сухие компоненты смеси, необратимые изменения белково-углеводного комплекса. При сушке происходит удаление влаги и формирование таких изменений в составе и структуре крупы, которые определяют вкусовые и потребительские свойства готового продукта.

Использование пропаривания пшеничной крупы позволит лучше произвести плющение для придания крупинкам хлопьевидной формы. Одной из основных технологических стадий процесса является обжарка хлопьев.

Пшеничные хлопья выпускаются в законченном товарном и потребительском виде. Срок их хранения в специальной упаковке составляет около одного года, поэтому их производство организуют в местах непосредственного выращивания крупяных культур и зернобобовых. Для транспортирования их укладывают в картонные короба, размещают на поддонах в несколько рядов и перевозят в специализированных железнодорожных вагонах или автомобилях.

1.3.3.1. Основные стадии технологического процесса

Производство кукурузных хлопьев включает в себя следующие стадии:

- подготовка сырья к производству: хранение, очистка от примесей;
- мойка;
- увлажнение и отлежка пшеничной крупы;
- приготовление сахарно-солевого сиропа;
- тепловая обработка (варка) крупы;
- разрыхление и охлаждение вареной крупы;
- сушка вареной крупы;
- темперирование;
- пропаривание и плющение крупы в хлопья;
- обжарка хлопьев;
- нанесение добавок;
- инспектирование, сортирование и охлаждение;
- фасование в пакеты; упаковывание в транспортную тару,

складирование и хранение готовой продукции [9, 28].

Начальные стадии технологического процесса производства кукурузных хлопьев выполняются при помощи комплексов оборудования для хранения, транспортирования и подготовки к производству крупы, воды, сахара, соли, жира и других видов сырья. Для хранения сырья используют металлические и железобетонные емкости и бункера. На небольших предприятиях применяют механическое транспортирование крупы погрузчиками, нориями, цепными и винтовыми конвейерами. На крупных предприятиях используют системы пневматического транспортирования крупы. Жидкие полуфабрикаты перекачиваются насосами. Подготовку сырья осуществляют при помощи просеивателей, смесителей, магнитных улавливателей, фильтров и вспомогательного оборудования.

Ведущий комплекс линии состоит из варочных аппаратов, испарительных чаш, сушилок, специальных бункеров для темперирования крупы. В состав

этого комплекса входят дозаторы крупы, воды и жидких полуфабрикатов, смесильные установки, варочные и сушильные агрегаты.

Следующий комплекс линии включает оборудование для пропаривания, плющения, обжарки хлопьев, дозирования и смешивания рецептурных компонентов.

Завершающий комплекс оборудования линии обеспечивает упаковывание, хранение и транспортирование готовых изделий. Он содержит расфасовочно-упаковочные машины и оборудование экспедиций и складов готовой продукции.

Производство кукурузных хлопьев осуществляют по схеме, представленной на рис.1.3.3.1.1.

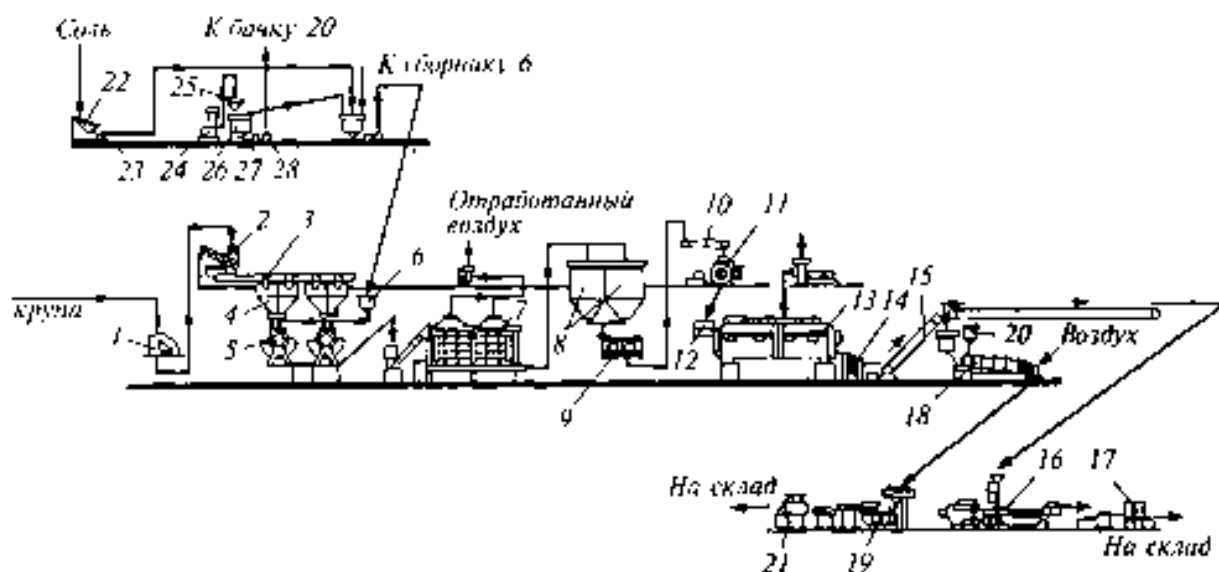


Рисунок 1.3.3.1.1 - Машинно-аппаратурная схема линии производства кукурузных хлопьев

Поступившую в цех кукурузную крупу очищают от случайных примесей и мучели на зерновом сепараторе 1. На сепараторе устанавливают металлические штампованные сита: приемное — с отверстиями диаметром 10 мм; сортировочное — с отверстиями диаметром 5 мм для отделения примесей крупнее крупы; разгрузочное — с отверстиями диаметром 2 мм для отделения

примесей мельче крупы. Двукратной аспирацией при поступлении продукта на сита и при выходе его из машины удаляют легкие примеси (мучель и пр.). С помощью постоянных магнитов освобождают крупу от ферро-примесей [9].

Очищенную крупу моют на моечной машине 2 теплой водой, с температурой 40-45 °С. При мойке удается освободиться от мучели, которая накопилась в крупе при транспортировании и не была отделена при очистке ее на зерновом сепараторе 1. При мойке влажность крупы повышается до 22-25 %. Промытую крупу пропаривают паром под давлением 0,15 МПа в шнековом пропаривателе 3 в течение 2-3 мин и затем передают в бункера 4 для отлежки в течение 1-4 ч. В процессе мойки, увлажнения, а затем отлежки происходит набухание крахмальных зерен и белковых веществ крупы. Это в дальнейшем, при варке крупы, способствует более полной клейстеризации крахмала и денатурации белков.

Кондиционированная крупа поступает в варочный аппарат 5, куда одновременно через сборник-мерник 6 заливают сахарно-солевой раствор. Сахарный сироп для варки и приготовления глазури готовят на установке, оборудованной вибрационным ситом для просеивания соли 22, мерником для соли 23, просеивателем для сахара 24, объемным дозатором для воды 25, диссудатором 26, фильтрами для раствора 27 и насосами 28. Сироп для варки пшеничной крупы состоит из сахарного песка, соли и воды. Обычно сироп готовят на одну варку (600 кг крупы влажностью 15 %). В этом случае берут 39,6 кг сахарного песка, 19,8 кг соли и 150-160 кг воды. Приготавливают сироп в диссудаторе 26, куда подают предварительно просеянные сахар и соль и заливают воду. Раствор доводят до кипения, фильтруют и насосом 28 перекачивают в сборник-мерник 6 варочного отделения.

Для получения пшеничных хлопьев дозирование зерна происходит с помощью весов, маточный сироп перекачивают через загрузочный шланг, таким образом, что эти два потока смешиваются при загрузке. После чего, варочный аппарат герметизируют и перед подачей пара его проворачивают на 4-

6 полных оборотов, для тщательного перемешивания маточного сиропа с зерном.

Варка пшеничной крупы в сахарно-солевом растворе продолжается 30-35 ч с момента достижения давления в аппарате 1,0 бар до влажности 27-30 %. В результате варки пищевые вещества крупы претерпевают большие изменения. Крахмал клейстеризуется и частично декстринируется. Клейстеризация происходит со значительным поглощением крахмалом воды и приводит к значительному увеличению в крупе растворимых веществ. Белковые вещества коагулируют, выделяя при этом влагу. Коагуляция белковых веществ повышает их усвояемость организмом человека[9, 28].

Крупа в процессе варки приобретает светло-коричневый оттенок. Степень окрашивания крупы зависит от присутствия в ней меланоидиновых оснований, которые образуются вследствие реакции между моносахарами и аминокислотами крупы. По окончании варки, после спуска из варочного аппарата пара, крупу выгружают на испарительную чашу до достижения влажности 25-28 %, откуда скребковым механизмом, который разбивает большое количество комков различного размера, образовавшихся в процессе варки, крупу направляют в лоток, соединенный с транспортером сушилки 7. Температуру теплоносителя при сушке пшеничной крупы устанавливают равной 80-85 °С. Пшеничную крупу для хлопьев сушат до содержания влаги 18 %.

При использовании ленточных сушилок крупу охлаждают на последней ленте, подавая под нее холодный воздух [8].

Высушенную и охлажденную кукурузную крупу подвергают темперированию (отлежке) в специальных темперирующих бункерах 8.

После отлежки крупу просеивают на бурате 9, отбирая образовавшиеся комочки, которые дробят и присоединяют к просеянной крупе. После этого крупу подогревают и увлажняют паром под давлением 1 кПа в шнековом пропаривателе 10 до содержания влаги 20-22 %. Если крупа поступает на

плющение с меньшим содержанием влаги, то получается много крошки и мучели, крупа с большей влажностью замазывает валки и хлопья рвутся. Пропаренную крупу плющат на тонкие лепестки на плющильном станке 11. Толщина лепестков регулируется шириной щели между валками. Продукция лучшего качества получается при обжаривании сырых хлопьев толщиной 0,25-0,4 мм.

Расплющенная крупа из плющилки 11 поступает на сито 12 для отделения мелочи, нижняя часть которой состоит из двойного дна. Верхнее дно изготовлено из штампованного сита с отверстиями диаметром 6 мм, мелочь проходит через него и ссыпается по нижнему дну в ящик для отходов. После отделения мелочи хлопья поступают на обжарку.

Хлопья обжаривают в газовой печи 13 при температуре 200-250 °С в течение 2-3 мин. Влажность обжаренных хлопьев 1,0-3,0 %.

Полученные хлопья сортируют на вибрационном сите 14, охлаждают и инспектируют на транспортере 15, расфасовывают на автомате 16. Готовые коробки с кукурузными хлопьями завертывают в пачки из крафт-бумаги на автомате 17.

При выработке хлопьев, глазированных сахаром, их после охлаждения и сортировки на вибрационном сите 14 направляют в аппарат 18 для нанесения глазури. В аппарате хлопья обливают сахарным сиропом, поступающим из бочка 20.

Сахарную глазурь для нанесения на пшеничные хлопья также готовят в диссусторе 26. В диссустор заливают воду, добавляют предварительно просеянный сахар — на 7,5 части сахара 9,5 части воды. Раствор доводят до кипения и кипятят до содержания в нем сахара 74-76 %, в конце варки добавляют ванилин. Приготовленный раствор фильтруют и перекачивают в сборник 20. Так как сироп должен все время иметь температуру 80-85 °С, внутри сборника монтируют змеевики для пара, с помощью которого поддерживают нужную температуру.

Глазированные хлопья при выходе из барабана аппарата 18 охлаждают потоком холодного воздуха и просеивают, а затем передают на фасовочную машину 19. Готовые коробки упаковывают в пачки на машине 21 [9, 27, 98].

1.3.3.2. Процесс обжарки для получения продукта, готового к употреблению

Обжаривание - одна из основных технологических операций в производстве продуктов, готовых к употреблению. Это довольно сложная операция, придающая готовому продукту все потребительские свойства, определяющие интерес потребителя к продукту – вкус, цвет, текстуру.

В процессе обжарки продукта в печи, происходят различные изменения, заключающиеся в повышении температуры продукта, понижении содержания в нем влаги, потери или увеличении объема, осуществлении химических реакций (неферментативного потемнения и изменений вкуса и аромата), а так же в формировании цвета.

Обычно обжаривание в печах при температуре 315 °С, при которых плотность воздуха составляет 50% его плотности при нормальных условиях (20 °С, относительная влажность 50% на уровне моря). При повышении температуры воздуха плотность его снижается, так как водяной пар легче воздуха. Таким образом, при повышении влагосодержания плотность воздуха снижается, и в результате требуется увеличение диаметра вытяжных воздуховодов, что приводит к общему увеличению габаритов обжарочного оборудования.

Процесс обжаривания с точки зрения температуры продукта и других, происходящих в печи изменений, состоит из четырех стадий: нагревания, сушки, расширения и формирования цвета и вкусо-ароматических свойств. Стадия расширения может быть очень короткой и характерна лишь для некоторых типов продуктов. Необходимый уровень содержания влаги

достигается лишь в том случае, если управление процессом сушки удастся перевести с показателей энергопотребления на показатели миграции влаги.

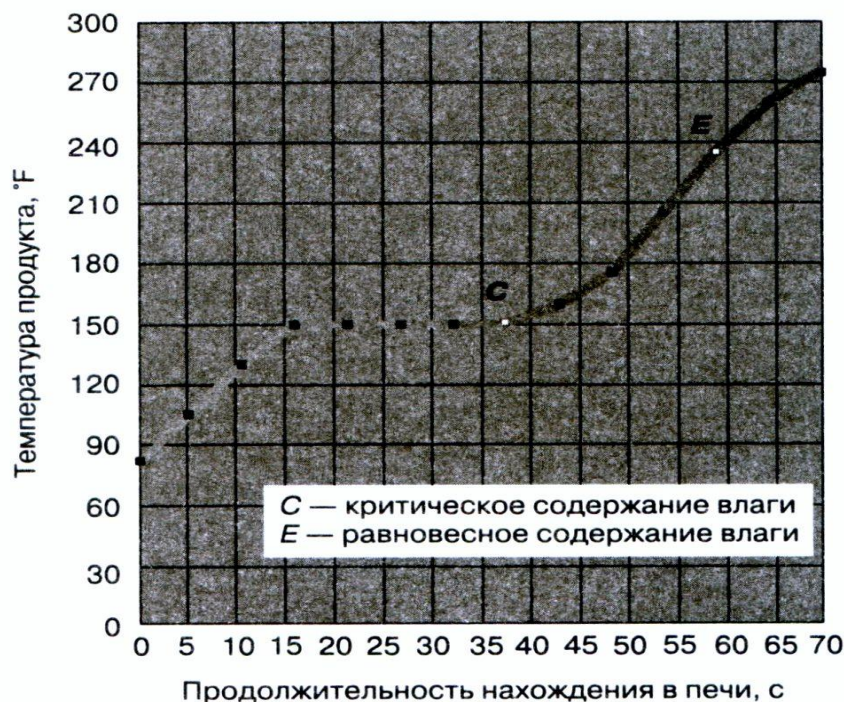


Рисунок 1.3.3.2.1 - График изменения температуры продукта в зависимости от продолжительности нахождения в печи, на котором заметны стадии нагрева, сушки и формирования вкусо-ароматических свойств с указанием точек достижения критической и равновесной влажности

На стадии нагрева температура продукта повышается до температуры горячего воздуха (по влажному термометру), применяющегося для обжаривания, а на стадии сушки влага, превышающая критическое содержание, удаляется, но температура продукта остается постоянной, равной температуре горячего воздуха по влажному термометру. На стадии расширения могут происходить физические изменения плотности продукта, продолжительность которых варьирует от 0 (для продуктов, которые не подвергаются расширению) до 5-15 с. На этой стадии содержание влаги в таких продуктах резко меняется.

Цвет формируется, в основном, на последней, четвертой стадии, в ходе которой происходит неферментативное потемнение (меланоидинообразование по реакции Майара), степень которого зависит прежде всего от того, насколько быстро повышается температура на временном отрезке между точками C и E

(рис. 1.3.3.2.1), а не достигаемой в итоге температуры. На этой же стадии продуктом приобретаются основные вкусо-ароматические свойства.

Продолжительность каждой из указанных стадий зависит от состава продукта. Измельченный материал типа шреда, поступающий в печь со сравнительно высоким содержанием влаги, должен подвергаться более длительным стадиям нагрева и сушки, чем хлопья или другой материал с низким содержанием влаги [51].

Обжарочные печи принято классифицировать по коэффициенту конвективного тепло- или массообмена:

- печи с наибольшим коэффициентом тепло- и массообмена позволяют получать наибольшие удельные объемы продукции, представленные печами с псевдоожиженным слоем, которые поддерживают самое высокое число Рейнольдса между поверхностью продукта и воздушным потоком и обеспечивают максимальную площадь поверхности продукта, контактирующей с воздушным потоком;

- барабанные печи работают как печи с полупсевдоожиженным слоем; их коэффициент конвективного теплообмена высок при загрузке продукта и низок при движении его в слое вверх к выходу;

- печи с внутрикамерным обогревом обеспечивают более низкие коэффициенты конвективного тепло- и массообмена при более низкой удельной производительности, но они предназначены для продуктов большей толщины с градиентом содержания влаги от центра продукта к поверхности;

- печи с нагревом излучением используют природную конвекцию и характеризуются сравнительно длительным временем обработки; обычно их применяют для производства продуктов с большим содержанием влаги. [51]

1.4. Цель и задачи исследования

Целью нашего исследования является разработка и внедрение технологии пшеничных хлопьев, готовых к употреблению с повышенными функционально технологическими свойствами.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие конкретные задачи:

- разработать и обосновать технологические приемы первичной механической обработки (шелушения) зерна пшеницы для улучшения органолептических и функциональных свойств готового продукта;
- определить основные параметры мойки пшеничной крупы перед тепловой обработкой;
- исследовать режимы интенсивной инфракрасной обработки пшеничной крупы;
- выявить параметры дополнительной обработки пшеничной крупы после воздействия интенсивного инфракрасного излучения;
- определить оптимальные режимы механической обработки (плющения) пшеничной крупы;
- разработать технологические приемы обжарки пшеничных хлопьев, для придания им свойств продукта, готового к употреблению;
- исследовать функциональные, физико-химические и биохимические свойства, получаемых продуктов и кулинарные достоинства готовых к употреблению хлопьев;
- обосновать технологический процесс производства пшеничных хлопьев, готовых к употреблению;
- разработать исходные требования к техническому заданию на линию производства продуктов из пшеницы с использованием инфракрасной обработки;
- провести опытно-промышленную проверку технологии и линии по производству продуктов из пшеницы;
- разработать техническую документацию на пшеничную крупу быстрого приготовления и на хлопья, не требующие варки и хлопья, готовые к употреблению.

Глава 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Характеристика объектов исследования

Исследование проводили с использованием зерна мягкой пшеницы IV типа урожая 2011 года. Натура зерна 722 г/л, масса 1000 зерен 31 г, стекловидность 30%, влажность зерна 13-14%. А так же урожая 2012 года натура зерна 738 г/л, масса 1000 зерен 30 г, стекловидность 30%, влажность зерна 13-14%. Качественные показатели исследуемых образцов соответствуют нормам Р 52554-2006 и представлены в таблице.

Таблица 2.1.1. Качество используемого зерна пшеницы по ГОСТ.

Номер и наименование типа	Примерный перечень сортов, характеризующих тип	Содержание зерен пшеницы других типов, %, не более		Номер подтипа	Характеристика подтипа	
		всего	В том числе		цвет	Общая стекловидность, %
III-мягкая яровая белозерная	Новосибирская 67 Саратовская 42 Саратовская 46 Саратовская 55	10	10 - белозерной	1		Не менее 70
				2		Менее 60
IV-мягкая озимая краснозерная	Белостая 1 Донская безостая Мироновская 808 Обрий Волгоградская 84 Тарасовская 29 Тарасовская 87	10	5-твердой	1	Темно-красный. Допускается наличие желтых, желтобоких, обесцвеченных	Не менее 75

	Юна Скифянка Донщина Дон 85				и потемневших зерен в количестве, не нарушающем основного цвета	
				2	Красный. Допускается наличие желтых, желтобоких, обесцвеченных и потемневших зерен в количестве, не нарушающем основного цвета	Не менее 60
				3	Светло-красный или желто-красный. Допускается наличие желтых, желтобоких, обесцвеченных и потемневших зерен в количестве, не нарушающем основного цвета	Не менее 40
				4	Преобладают желтые и желтобокие зерна, придающие всей партии желтый оттенок	Менее 40

2.2. Методы исследования

2.2.1. Аналитические и структурно-механические свойства крупы

- 2.2.1.1. Отбор образцов и выделение навесок (ГОСТ 13586.3 – 83)
- 2.2.1.2. Определение влажности (ГОСТ 15113.4 – 77)
- 2.2.1.3. Определение насыпной массы (натуры) (ГОСТ 10840 – 64)
- 2.2.1.4. Определение массы 1000 зерен (ГОСТ 10842-89)
- 2.2.1.5. Определение стекловидности (ГОСТ 10897-76)

2.2.2. Анализ биохимических, микробиологических показателей и потребительских достоинств полученных крупы и хлопьев

- 2.2.2.1. Определение органолептических показателей (ГОСТ 26312.2 - 84)
- 2.2.2.2. Определение времени варки (ГОСТ 26312.2 - 84)
- 2.2.2.3. Определение степени деструкции крахмала (ГОСТ 29177 – 91)
- 2.2.2.4. Экспресс-метод оценки качества термообработанного зерна [13]

В цилиндр на 50 мл количественно переносили предварительно измельченную навеску массой 2 г. Добавляли 10 мл дистиллированной воды, перемешивали и доводили до метки 20 мл дистиллированной водой. Оставляли в покое на 30 мин. По истечении этого срока определяли границу разделения фаз.

Степень клейстеризации находили по формуле:

$$X=Y/Z\cdot 10,$$

где X - степень клейстеризации, %;

Y - объем набухшего образца;

Z - масса навески, г;

10 - перевод в %.

Клейстеризация составляет 100% при полном набухании навески. Сущность метода основана на адсорбции воды молекулами крахмала.

2.2.2.5. Определение водопоглотительной способности (коэффициента набухания) крупы [31]

В мерный цилиндр на 50 мл наливали 40 мл водопроводной воды и помещали в термостат с температурой 80°C. Цилиндр закрывали пробкой или часовым стеклом. Отвешивали 10 г крупы и через 15 минут (когда вода в цилиндре нагреется до 80°C) насыпали через воронку крупу. Отмечали ее объем, цилиндр отставляли в термостате на 2 часа, записывая через каждые 5 минут объем, занимаемый крупой.

2.2.2.6. Определение содержания декстринов — спектрофотометрическим методом Попова М.П. и Шаненко Е.Ф. с модификацией модификации [92].

10 — 15 г зерна измельчали на лабораторной мельнице, 2 г продукта (проход через сито 1 мм) взвешивали с погрешностью до 0,01 г, количественно переносили в стакан механической мешалки, добавляли 200 см³ дистиллированной воды с температурой 28 – 30 °С и экстрагировали в течение 5 минут при интенсивном перемешивании (3000 с⁻¹). Смесь фильтровали. В фильтрате определяли содержание декстринов. Для этого в химический стакан вместимостью 50 см³ переносили пипеткой 5 см³ фильтрата, добавляли 5 см³ 0,005 н. раствора йода и определяли оптическую плотность полученного раствора на фотоэлектроколориметре ФЭК-56М при длинах волн 660 нм и 530 нм (соответственно светофильтр № 9 и № 6 на ФЭК-56М и кювета с толщиной слоя раствора 5 мм).

Содержание декстринов и амилозы в растворе вычисляли по эмпирическим формулам:

$$C_A = 0,044D_{660} - 0,0123D_{530}; \quad C_D = 2D_{660} - 47,7C_A;$$

где C_A — концентрация амилозы в растворе, мг/мл;

C_D — концентрация декстринов в растворе, мг/мл;

D_{660} и D_{530} — оптические плотности раствора при длине волны 660 и 530 нм.

Затем пересчитывали на сухие вещества (в %) по формулам:

$$A = 2 \cdot 10^6 C_A / (100 - W);$$

$$D = 2 \cdot 10^6 C_D / (100 - W),$$

где A — массовая доля амилозы в пересчете на сухие вещества, %;

D — массовая доля декстринов в пересчете на сухие вещества, %;

W — массовая доля влаги в продукте, %.

2.2.2.7. Определение содержания водорастворимых веществ [72].

Брали тщательно измельченную навеску (проход через шелковое сито № 19) с таким расчетом, чтобы соотношение сухих веществ и воды в болтушке составляло 1:25 или 1:20. Навеску без потерь переносили 180 мл дистиллированной воды в мерную колбу на 250 мл и ставили на 1 час на сотрясательный аппарат для перевода водорастворимых веществ в раствор. Затем содержимое колбы доливали до метки, взбалтывали, фильтровали через бумажный складчатый фильтр и центрифугировали 30 минут при частоте вращения 3000 об/мин. Отбирали пипеткой 50 мл фильтрата, помещали в предварительно высушенную до постоянной массы небольшую фарфоровую чашку и выпаривали на водяной бане. Остаток взвешивали, предварительно высушив при температуре 98 – 100 °С до постоянной массы.

Содержание водорастворимых веществ (X) в процентах вычисляли по формуле:

$$X = \frac{(G - G_1) \cdot 100 \cdot V}{g \cdot V_1},$$

где G — масса чашки с высушенным до постоянной массы остатком, г;

G_1 — масса чашки, г;

g — навеска исследуемого вещества, г;

V — объем мерной колбы, мл;

V_1 — количество центрифугата, взятого для сушки, мл.

2.2.2.8. Определение содержания витамина B_1 (тиамина) [80]

Навеску 5 г измельченного материала помещали в ступку, приливали небольшое количество 0,1 н. раствора H_2SO_4 и тщательно растирали. Растертую

массу переносили в коническую колбу так, чтобы общий объем составлял 50 – 75 см³. Содержимое колбы нагревали в течение 45 минут на кипящей водяной бане. После охлаждения в колбу добавляли 2,5 М ацетата натрия до pH 4,5 – 5 (около 5 см³) и ферментный препарат фосфатазы. Колбу ставили в термостат при 37°C на ночь. Затем содержимое колбы переводили в мерную колбу на 100 см³, доводили объем до метки дистиллированной водой и фильтровали через бумажный фильтр. Для адсорбции брали 10 см³ вытяжки. Адсорбцию тиамин проводили в специальной трубке, на дно которой помещали кусочек ваты и насыпали столбик адсорбента (6 – 8 см). через адсорбент пропускали 10 см³ 3 %-ной уксусной кислоты и вводили 10 см³ вытяжки. Затем столбик адсорбента трижды промывали 10 см³ дистиллированной воды (30 см³). Элюирование тиамин вели горячим 25 % раствором KCl в 0,1 н. HCl. Элюат собирали в мерный цилиндр до объема 25 см³. В маленькие делительные воронки (на 40 – 50 см³) наливали по 5 см³ элюата. В одну из воронок приливали 3 см³ 0,04 % раствора железосинеродистого калия в 15 % NaOH, перемешивали в течение 30 секунд и прибавляли 12 см³ изобутилового спирта. В другую воронку (контрольную) прибавляли 3 см³ 15 % раствора NaOH (без железосинеродистого калия), перемешивали и приливали 12 см³ изобутилового спирта. Делительные воронки закрывали пробками и сильно встряхивали в течение одной минуты. После отстаивания нижний слой сливали. В изобутиловый спирт добавляли 1,5 – 2 г безводного Na₂SO₄ встряхивали, давали постоять и сливали в пробирку для флуорометрии.

Одновременно проводили окисление стандартного раствора тиамин (10 мг тиамин в 100 см³ 0,01н. раствора HCl). Для этого в 2 делительные воронки помещали по 1 см³ рабочего раствора (1см³ стандартного раствора доводили дистиллированной водой до 100 см³) и приливали 4 см³ воды. В одну из воронок приливали щелочной раствор с железосинеродистым калием, а в другую – только щелочной раствор. В дальнейшем поступали так, как описано выше.

Определили показания флуорометра и результаты вычисляли по формуле:

$$X = \frac{(A-B) \cdot 1 \cdot V_1 \cdot V_3}{(A_1-B_1) \cdot m \cdot V_2 \cdot V_4},$$

где А – показания флуорометра для исследуемого раствора;

В - показания флуорометра для исследуемого раствора без окислителя;

А₁ – показания флуорометра для стандартного раствора;

В₁ - показания флуорометра для стандартного раствора без окислителя;

1 – 1 мг тиамин в 12 см³ изобутилового спирта;

V₁ – общий объем вытяжки после ферментативного гидролиза, см³;

V₂ –объем вытяжки для определения (адсорбции), см³;

m – масса навески, г;

V₃ –объем элюата, см³;

V₄ –объем вытяжки для окисления, см³;

2.2.2.9. Определение сорбционной емкости (осветляющей способности) по органическому красителю метиленовому голубому (ГОСТ 4453-74)

2.2.2.10. Определение сорбционной емкости в отношении ионов тяжелых металлов

Исследования сорбционной активности сорбентов проводилось в статическом режиме. Условия опыта следующие: исследуемый сорбент растирали в агатовой ступке, после чего брали навеску сорбента в количестве 100 мг. К навеске добавляли водные растворы смеси различных элементов, приготовленные на деионизированной воде. Растворы с сорбентами инкубировали в течение 1 часа, времени при котором устанавливалось динамическое равновесие между процессами сорбции и десорбции. После этого растворы фильтровали, отделяли твердую фазу от жидкой и определяли остаточную концентрацию элементов в жидкой фазе. Все опыты проходили при температуре 23°C. Процесс сорбции проводили как из многоэлементных стандартных растворов различной концентрации, так и из одноэлементных стандартных растворов для наиболее токсичных и важных на практике элементов, таких как Pb, Sr и Cd. В опытах применяли многоэлементные

стандартные растворы фирмы «Merck» с концентрацией элементов от 0.5 мг/л до 5 мг/л, традиционно используемые в атомной спектроскопии.

Относительную сорбцию определяли по формуле:

$$S = (C_{\text{исх}} - C_{\text{кон}})/C_{\text{исх}}$$

где $C_{\text{исх}}$ - и $C_{\text{кон}}$ - - исходная и конечная концентрации вещества в растворе, соответственно.

Концентрация ионов металлов была измерена на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой типа IRIS Intrepid XDL DUO INTERTECH Corporation.

Концентрации элементов и относительная погрешность были рассчитаны на основе калибровочных графиков - линейных зависимостей интенсивности сигнала от концентрации элемента. Калибровочные графики были построены для всех исследующихся элементов.

2.5.2.9. Определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (ГОСТ 10444.15 – 94)

2.5.2.10. Определение количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) (ГОСТ Р 50474 – 93)

2.5.2.11. Определение бактерий рода *Salmonella* (ГОСТ Р 50480 – 93)

2.5.2.12. Определение лигнина (ГОСТ 26177-84)

2.5.2.13. Определение кислотности по болтушке (ГОСТ 10844-74)

2.3. Схема проведения исследования

Схема исследований приведена на рис. 2.2.1. Крупу пшеничную с влажностью 13 – 14% искусственно увлажняли водопроводной водой до влажности от 20 до 36 % с последующей отлежкой для равномерного распределения влаги.

Зерно различной влажности обрабатывали инфракрасным излучением разной мощности (от 15 до 45 кВт/м²). На экспериментальной установке (рис. 2.3.1.1.), проводили исследования с единичными зёрнами, регулируя мощность излучения, падающего на крупу и наблюдая за обезвоживанием объекта [104].

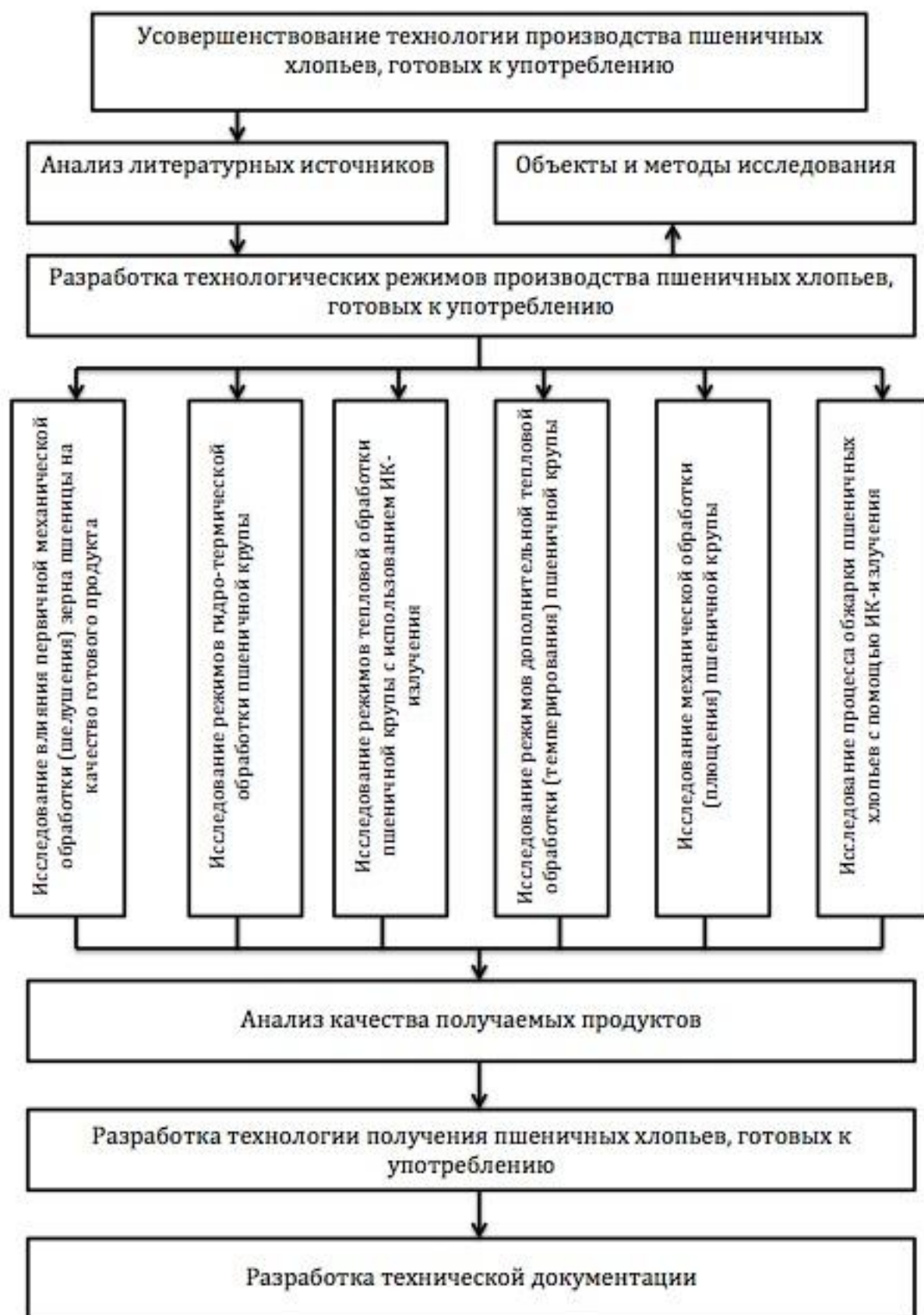


Рисунок 2.3.1 - Структурная схема проведения исследования

2.4. Исследование процесса мойки (увлажнения) зерна пшеницы

Для изучения процесса сорбции воды при мойке зерна пшеницы использовали промышленную моечную машину А1-БМГ, принципиальная схема устройства, представлена на рис. 2.2.1.

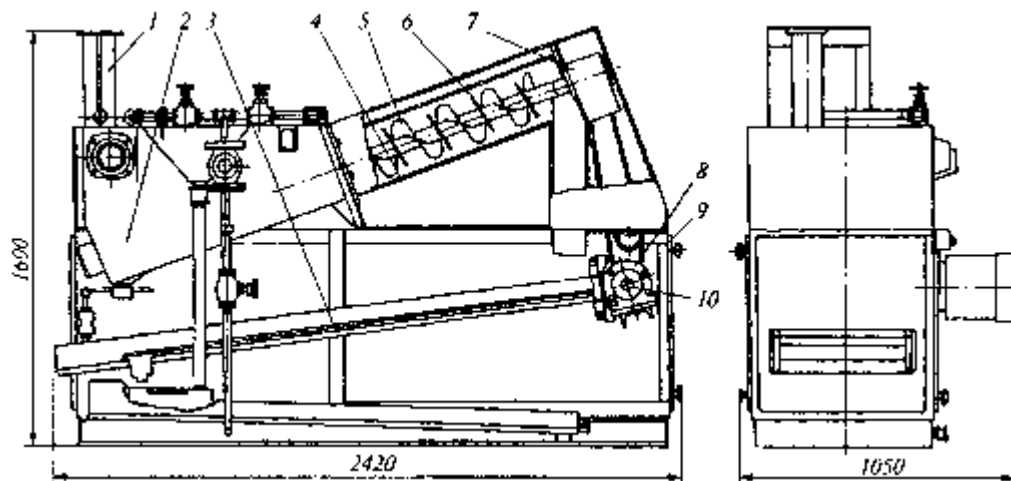


Рис.2.2.1 - Моечная машина А1-БМГ. 1 - питатель, 2 – моечная ванна, 3 – ситовой кузов и система трубопроводов, 4 – сварной корпус, 5 – моющий шнек, 6 – лопатки для перемешивания крупы, 7 – редуктор, 8 – электродвигатель, 9 – станина

Моечная машина состоит из станины 9, на которой смонтированы телескопический питатель 1, моечная ванна 2, ситовой кузов 3 и система трубопроводов. Питатель 1 представляет собой две коаксиально установленные трубы, выполненные с возможностью осевого перемещения и с фиксацией в любом положении. Они служат для подачи крупы в воду на любую глубину в зависимости от вида крупы.

Моечная ванна 2 состоит из сварного корпуса 4 из нержавеющей стали и моющего шнека 5 с лопатками 6. Шнек 5 диаметром 220 мм и шагом 180 мм установлен под углом 20° к горизонту, так что его последние витки выходят из воды. В разгрузочной части шнека между витками установлены лопатки 6 для перемешивания крупы. Угол наклона лопаток регулируется в зависимости от требуемой интенсивности моечного процесса. Корпус 4 моечной ванны 2 имеет сливной патрубок для грязной воды с легкими примесями.

Ситовой кузов 3 предназначен для отделения воды от вымытой крупы и от легких примесей и представляет собой сварной каркас из нержавеющей стали, внутри которого установлены две ситовые рамки с металлоткаными ситами. Кузов совершает колебательные движения с частотой 950 кол/мин и амплитудой 1,5 мм, сообщаемые ему эксцентриковым колебателем 10, закрепленным непосредственно на самом кузове. Вода, отделенная от продукта, по поддонам поступает в отводящую систему трубопроводов, расположенных на раме машины.

Электродвигатель 8 устанавливается на раме машины и с помощью муфты соединяется с валом вибратора, а с последнего посредством клиноременной передачи вращение передается червячному редуктору 7, на тихоходном валу которого закрепляется вал шнека моечной ванны.

Техническая характеристика моечной машины А1 -БМГ приведена в таблице 2.3.1. [12]

Таблица 2.3.1 - Технические характеристики моечной машины А1-БМГ

Показатель	А1-БМГ
Производительность, т/ч	1,5
Электродвигатель: мощность, кВт частота вращения, мин ⁻¹	1,5 950
Частота вращения рабочего органа, мин ⁻¹	48
Габаритные размеры, мм: длина ширина высота	2420 1055 1600
Масса, кг	450

2.5. Экспериментальные установки для исследования процесса тепловой обработки зерна

2.5.1. Экспериментальный стенд для исследования процесса интенсивной инфракрасной обработки

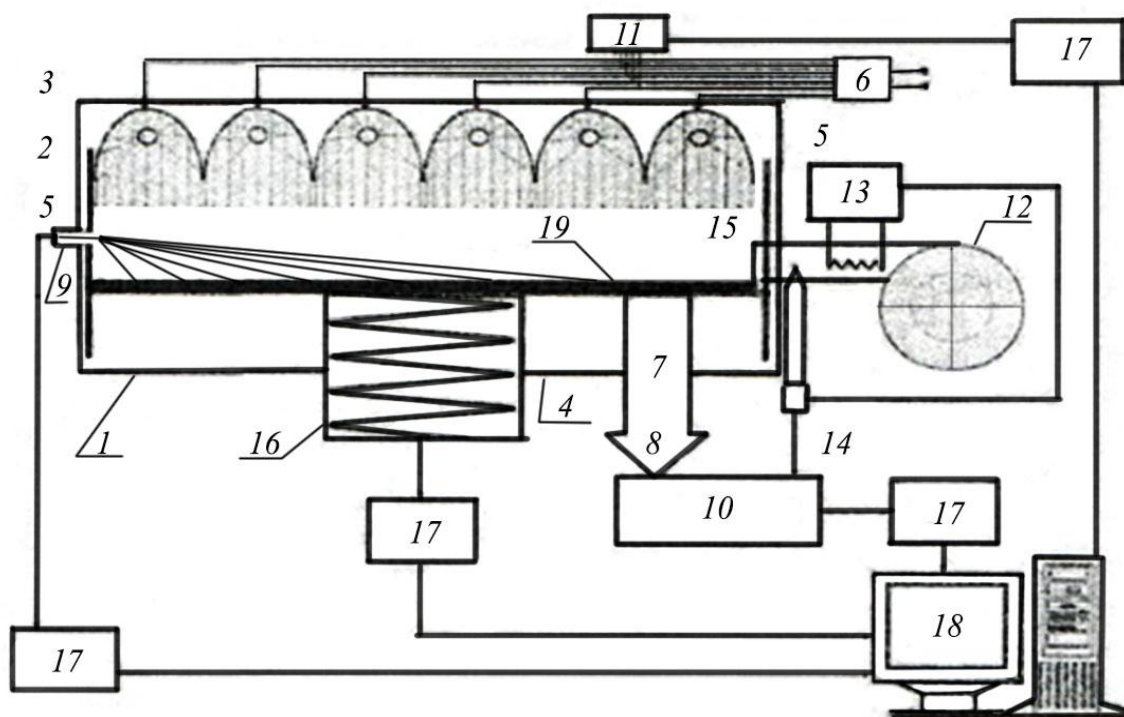


Рисунок 2.5.1.1 - Схема экспериментальной установки для исследования процесса обезвоживания единичных зерен при инфракрасном облучении:

1 – терморadiационная камера, 2 – излучатели, 3 – отражатели, 4 – сетчатый поддон, 5 – направляющие, 6 – тиристорный блок, 7 – датчики плотности теплового потока, 8 – поверхностные датчики плотности теплового потока, 9 – термометр, 10 – ИТ-2, 11 – измеритель цифровой комбинированный E051.122, 12 – вентилятор, 13 – нагреватель, 14 – контактный термометр, 15 – диффузор, 16 – устройство автоматического взвешивания, 17 – RS232, 18 – персональный компьютер, 19 – исследуемый материал

Установка состоит из терморadiационной камеры (1), внутри облицованной полированным алюминием. Имеется возможность плавной регулировки расположения излучателя относительно отражателя, как в горизонтальной так и в вертикальной плоскостях, так же возможно проводить исследования ПЭО при различных конструктивных решениях:

1. Как от отдельного, так и от группы излучателей;

2. Без отражателей, с общим отражателем, с индивидуальными отражателями;

3. С возможностью использования отражателей различной пространственной конфигурации;

4. С равномерным и неравномерным шагом расположения излучателей в горизонтальной плоскости.

Для изменения напряжения на клеммах ИК-излучателей (2), а также для создания осциллирующего режима ИК-облучения, в электрической схеме применен тиристорный блок (6). Изменение температуры поверхности облучаемого материала производится при помощи дистанционного неконтактного инфракрасного термометра. Измеритель температуры многоканальный ИТ-2 (10) предназначен для автоматического измерения и регистрации температуры ($^{\circ}\text{C}$), а так же плотности теплового потока ($\text{Вт}/\text{м}^2$) по 96 каналам. Для контроля основных параметров потребляемой энергии после тиристорного блока (6) установлен измеритель цифровой комбинированный Е051.122 (11), с помощью которого осуществлялось измерение и регистрация в режиме реального времени действующих значений напряжения и силы тока, активной и полной мощности. Экспериментальная установка снабжена вентилятором (12) и нагревателем (13). С помощью вентилятора (12) в термокамеру (1) может нагнетаться воздух, температура которого поддерживается постоянной с помощью контактного термометра (14), управляющего работой электронагревателя (13). Для равномерного распределения воздуха на поверхности облучаемого материала, на выходе из патрубка вентилятора имеется диффузор (15), расширенный в горизонтальной плоскости. Убыль массы облучаемого материала в процессе инфракрасного облучения измеряется устройством автоматического взвешивания (16), разработанного на базе электронных аналитических весов Scout II.

2.5.2. Стенд для проведения обжаривания пшеничных хлопьев при помощи интенсивного инфракрасного воздействия

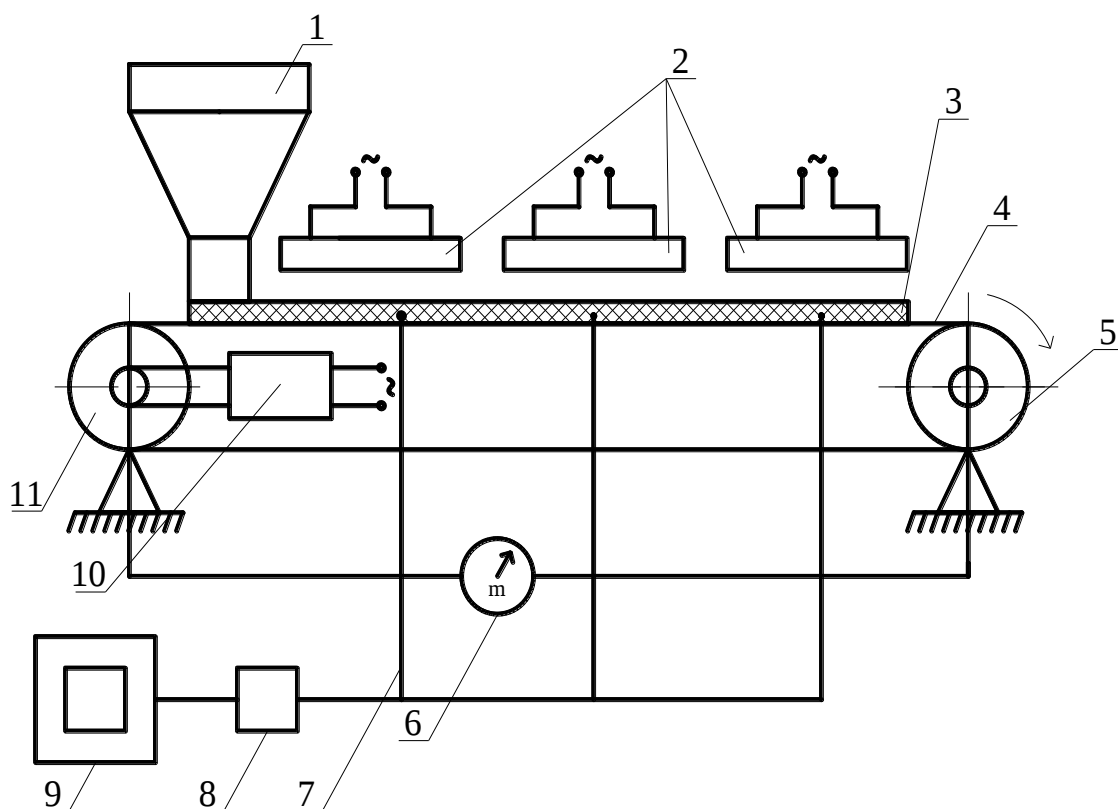


Рисунок 2.5.2.1 - Экспериментальный стенд для интенсивной инфракрасной обработки слоя крупяного сырья

1 – бункер – дозатор с подъемным шибером, 2 – терморadiационные блоки, 3 – продукт, 4 – металлическая сетка, 5 – натяжной барабан, 6 – электронный весовой механизм, 7 – термопары, 8 – регистрирующий электронный блок, 9 – персональный компьютер (ПК), 10 – электродвигатель с частотным регулированием оборотов, 11 – приводной барабан

Установка содержит раму, на которой установлен бункер – дозатор с подъемным шибером (1), предназначенный для распределения продукта (3) с определенным подовым наполнением на металлической сетке (4). Над металлической сеткой установлены терморadiационные блоки (2), оснащенные инфракрасными излучателями КГТ-220-1000. Для натяжения и приведения в движение металлической сетки (4) используются натяжной барабан (5) и приводной барабан (11), оснащенный электродвигателем с частотным регулированием оборотов (10), который позволяет изменять скорость движения металлической сетки (4).

Измерение температуры в толще обрабатываемого слоя продукта (3) производится при помощи термопар (7). Для автоматического измерения и регистрации температуры предназначен регистрирующий электронный блок (8), данные которого отображаются и обрабатываются на ПК (9).

Контроль температуры поверхности слоя крупы на выходе из теплового блока осуществляли с помощью дистанционного неконтактного инфракрасного термометра Raytek MiniTemp FS.

Убыль массы обрабатываемого продукта (3) в процессе обработки измеряется электронным весовым механизмом (6).

Суммарную плотность теплового потока (E , $кВт/м^2$) от блока, содержащего n излучателей с шагом z при наличии плоского рефлектора, расположенного над излучателями на расстоянии h определяли по номограмме (рис. 2.4.2.2.), которая значительно упрощает инженерные расчеты. На ней изображены основные расчетные параметры и их взаимосвязь: в квадранте I – коэффициент освещенности, в квадранте II – коэффициент, учитывающий шаговую неравномерность облученности, в квадранте III – величина B_0 в зависимости от выбранного типа инфракрасного генератора и режима его работы (U – напряжение), в квадранте IV – величина E_n' , характеризующая величину облученности при учете однократного падения излучения на материал, в зависимости от d_0 , в квадранте V – комплекс $M \cdot A$, учитывающий поглощательную способность материала A и многократные отражения в камере, в квадранте VI – плотность общего результирующего потока путем графического сложения [53].

2.6. Экспериментальные установки для исследования механической обработки зерна

2.6.1. Лабораторная шелушильно-шлифовальная установка А1-ЗШН

Шелушения зерна проводили на А1-ЗШН, предназначенная не только для шелушения зерна но и шлифования крупы. Схема установки представлена на рисунке 2.4.2.2.

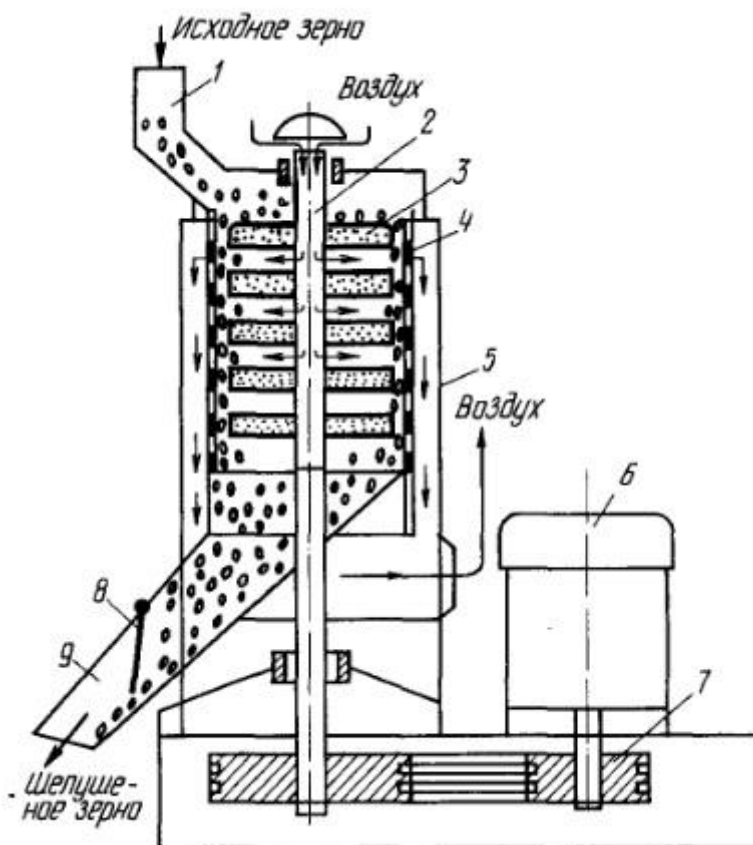


Рисунок 2.6.1.1 - Схема шелушильно-шлифовальной машины А1-ЗШН: 1 – приемное устройство; 2- полый вал; 3- абразивные диски; 4- ситовая обечайка; 5 – корпус; 6 – электродвигатель; 7 – привод; 8 – шиббер; 9 – патрубок

Как видно из рисунка, рабочим органом машины А1-ЗШН является вращающийся вертикальный вал с шестью-семью абразивными дисками. Вал с Дисками окружен цилиндрической ситовой обечайкой (перфорированным цилиндром), которая, в свою очередь, заключена в цилиндрический корпус.

Исходное зерно через приемный патрубок поступает в рабочую зону между дисками и ситовой обечайкой, где в результате трения о вращающиеся абразивные диски и обечайку, а так же взаимного трения зерен отделяются

постепенно наружные пленки. При трении также выделяется значительное количество тепла: для охлаждения продукта и рабочих органов машины и для отделения пленок и мучки рабочая зона продувается воздушным потоком. Воздух проходит через пустотелый вал с отверстиями, расположенными между дисками, и через сито и полость между ситом и корпусом вместе с мучкой и мелкой лузгой выводится из машины.

Скорость перемещения зерна в рабочей зоне, а следовательно, и длительность его обработки можно регулировать с помощью клапана, размещенного в выпускном устройстве. Воздушный поток в машине обеспечивается либо вентилятором, расположенном на главном валу машины. Либо присоединением воздушного патрубка в корпусе машины к центральной аспирационной сети.[12]

2.6.2. Описание плющильного агрегата на базе У1-РСА-4

Агрегат плющильный У1-РСА-5П (далее агрегат) на базе агрегата размольно-сортирующего У1-РСА-5 разработан Центральным Конструкторско-технологическим бюро ВНИИЗерна. Он предназначен для плющения и измельчения зерна различных зерновых и крупяных культур.

Таблица 2.6.2.1 - Технические данные плющильного агрегата У1-РСА-4

1	Техническая производительность, кг/ч, не менее	85
2	Дифференциал валцов	1:1,05; 1:1
3	Окружная скорость быстроходного вальца, м/сек	3,5 – 4,0
4	Вальцы: гладкие из высоколегированного отбеленного чугуна, диаметр 185 мм, длина 210 мм,	
5	Вместимость бункера, м ³ , не менее	0,04
6	Установленная мощность, кВт	1,5
7	Габаритные размеры (без лестницы), мм Длина Ширина Высота	1090 810 1650
8	Масса, кг, не более	1650

9	Установленный срок службы агрегата, лет, не менее	10
10	Срок службы рабочей поверхности вальцов ежедневной односменной работе, час, не менее	2500
11	Полный срок службы вальцов, лет, не менее	10

Устройство и принцип работы

Принцип работы агрегата заключается в плющении зерна при прохождении его в зазор между двумя вальцами, вращающимися навстречу друг другу с разными скоростями.

Агрегат представляет собой компактную конструкцию (рис. 2.4.1.), состоящую из загрузочного бункера (1), вальцового станка У1-СВ-2 (2) и панели управления (3), смонтированных на станине (4).

Загрузочный бункер предназначен для засыпки в агрегат порции перерабатываемого продукта. Бункер снабжен предохранительной сеткой с ячейкой 10х10 мм.

Вальцовый станок У1-СВ-2 предназначен для плющения зерна различных культур, а также может быть использован для измельчения зерновых культур.

Включение и выключение агрегата производится переключателем, расположенным на панели управления. Также на панели управления находится амперметр, показывающий рабочий ток двигателя вальцового станка.

Станина предназначена для размещения всех составных частей агрегата. Нижняя часть станины приспособлена для установки сборника (7) продуктов плющения. Станина снабжена колесами (5) и регулируемыми опорами (6) для правильной установки агрегата на месте эксплуатации.

Вальцовый станок состоит из питающего механизма, вальцового измельчителя, механизма регулировки межвальцового зазора, привода, очистителя рабочих поверхностей вальцов и механизма отвала вальца.

Питающий механизм предназначен для равномерной, с заданной

производительностью, подачи перерабатываемого продукта в межвальцовый зазор измельчителя и защиты валцов от попадания металлических предметов.

Продукт, находящийся в приемном бункере, побуждается вращающимся питающим валком и увлекается в зазор между ним и заслонкой. Далее продукт по направляющему лотку попадает в межвальцовый зазор вальцового станка, проходя при этом через зону действия постоянного магнита, где происходит удаление возможных металлических примесей. Величина зазора между питающим валком и заслонкой определяет производительность станка.

Механизм регулировки межвальцового зазора смонтирован в передней части корпуса измельчителя и обеспечивает величину межвальцового зазора в пределах 0,05 – 5,0 мм с точностью 0,025 мм, регулировку параллельности рабочих поверхностей валцов и возможность сближения валцов при уменьшении их диаметров (при переточке).

Минимальный межвальцовый зазор 0,02 мм исключает сцепление валцов и повреждение валов.

Привод вальцового станка осуществляется от электродвигателя мощностью 1,5 кВт, установленного на станине агрегата.

Мощность затрачиваемую на плющение определяли по рабочему току двигателя по формуле

$$P = U \cdot I, [\text{Вт}],$$

где U – подаваемое напряжение, В;

I – ток, А.

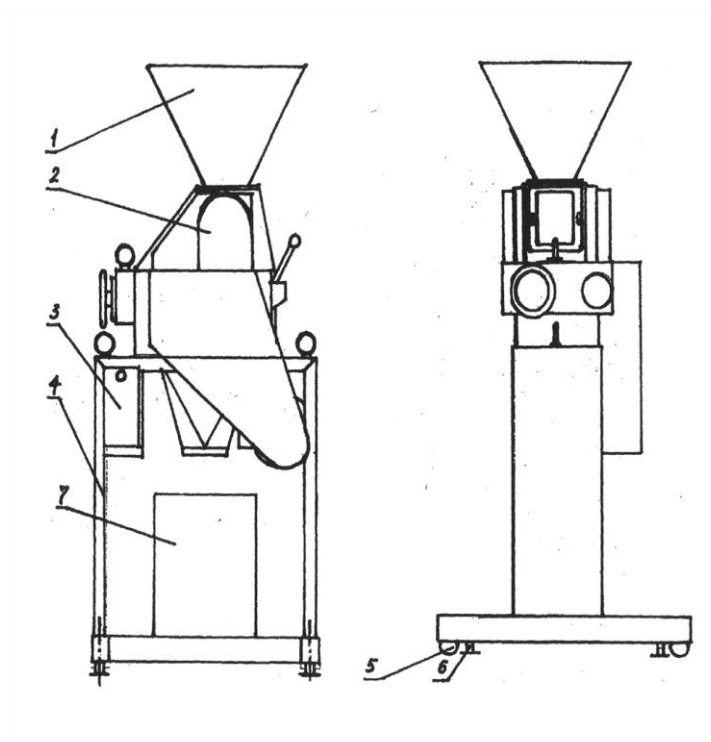


Рисунок 2.6.2.1 - Агрегат плющильный У1 – РСА – 4: 1 – загрузочный бункер, 2 – вальцовый станок, 3 – панель управления, 4 – станина, 5 – колесо, 6 – регулируемая опора, 7 – сборник

2.4. Математическая обработка экспериментальных данных

Математическую обработку результатов по определению оптимальных режимных параметров технологических операций при получении хлопьев проводили на основании составления полно факторного эксперимента и анализа значимости коэффициентов уравнения регрессии и его адекватности [31]. При обработке данных об изменении биохимических, микробиологических, функциональных и качественных показателей для получения достоверных результатов использовали статистический метод обработки результатов экспериментальных данных, основанных на определении статистических средних показателей степени варьирования [95].

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Влияние предварительной механической обработки на свойства готового продукта

Важным процессом в технологии производства хлопьев, готовых к употреблению, оказывающим влияние на качество готового продукта, является процесс удаления плодовых оболочек, которые формируют жесткое внешнее покрытие зерна пшеницы.

Различают два вида оболочек: плодовую и семенную. Плодовая состоит из трех слоев, клетки каждого удлинены вдоль или поперек оси зерна, причем та и другая форма клеток чередуется. Слой продольных клеток плодовой оболочки устойчив к различным видам обработки и непроницаем для воды, что придает оболочке зерна прочность.

Семенная оболочка состоит из двух слоев, наружный называется пигментным и иногда содержит красящее вещество. Остальные слои оболочек зерна — бесцветные, прозрачные. Цвет зерна зависит или от цвета пигментного слоя, или от цвета эндосперма, который просвечивает через оболочки. Алейроновый слой состоит из одного ряда крупных толстостенных клеток, наполненных белковым веществом с включенными каплями жира. [94]

Таблица 3.1.1 - Количество оболочек зерна пшеницы.

Наименование составных частей зерна	Мягкая пшеница (% к массе зерна)
Плодовая оболочка	3,84%
- слой продольных клеток	3,1%
- слой поперечных клеток	0,74%
Семенная	2,23%
Алейроновый слой	8,72%
ИТОГО	18,63%

Оболочки зерна пшеницы содержат в себе множество витаминов и минералов. Эта часть пшеницы также обеспечивает наличие в рационе ценного

грубого компонента пищи - клетчатки, которая поглощает и удаляет вредные вещества и токсины из пищеварительной системы человека.

Содержание клетчатки в зерне пшеницы составляет в среднем 2,4 % при колебаниях от 2,08 до 3,0 %. Клетчатка входит в состав цветочных пленок и клеточных стенок оболочек. Имея большую механическую прочность, клетчатка не растворяется в воде и не усваивается организмом. Поэтому при переработке зерна пшеницы главной задачей является удаление оболочек. [28]

Вместе с тем, клетчатка зерна пшеницы играет важную роль в процессе пищеварения: она регулирует двигательную функцию кишечника, способствуя этим снижению сердечнососудистых, раковых и других заболеваний, препятствуя ожирению человека.

Опыты с зерном пшеницы показали, что наличие плодовых оболочек отрицательно сказывается на качестве готового продукта, понижая органолептические показатели и затрудняя дальнейшую механическую обработку крупы.

Известно, что поверхность зерна значительно обсеменено микрофлорой и так же на ней дислоцируются токсические элементы. Микробиологические показатели обусловлены тремя группами микроорганизмов: мезофильно-аэробными и факультативными анаэробными микроорганизмами, бактериями группы кишечной палочки (колиформные бактерии), патогенными микроорганизмами (сальмонелла и т.д.) [14, 15, 99].

Для шелушения зерна пшеницы у которой пленки плотно срослись с зерном мы использовали шелушильно-шлифовальную машину А1-ЗШН-3, которая производит постепенное истирание (соскабливание) оболочек в результате трения зерна о движущиеся шероховатые поверхности.

Для исследований использовали зерно пшеницы, соответствующее требованиям ГОСТ по микробиологическим показателям. Было исследовано влияние степени очистки зерна пшеницы от оболочек на микрофлору получаемой пшеничной крупы (табл. 3.1.2.)

Таблица 3.1.2 - Влияние количества снятых оболочек на микрофлору
получаемой пшеничной крупы

	КМАФАнМ, КОЕ/г	Дрожжи, КОЕ/г	Споровые микроорганизмы, КОЕ/г	Плесени, КОЕ/г
Исходное зерно	$8,2 \cdot 10^6$	$3,8 \cdot 10^3$	$2,4 \cdot 10^6$	Не обнаружено
Полуфабрикат со снятием 4,8-5,0% оболочек	$4,3 \cdot 10^4$	$4,1 \cdot 10^2$	$7,2 \cdot 10^4$	Не обнаружено
Полуфабрикат со снятием 8-9% оболочек и алейронового слоя	$9,1 \cdot 10^3$	$0,5 \cdot 10^2$	$4,4 \cdot 10^3$	Не обнаружено
Полностью очищено от оболочек зерно	$0,7 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10$	$1,5 \cdot 10^3$	Не обнаружено

Была установлена зависимость между количеством снятых оболочек и степенью обсемененности вредными микроорганизмами. Из таблицы 3.1.2 видно, что наименьшее количество патогенных микроорганизмов наблюдается у полностью очищенной от оболочек пшеничной крупы, а максимальное – у неочищенного зерна пшеницы.

3.1.1 Влияние шелушения зерна пшеницы на функциональные свойства получаемой пшеничной крупы

Крупяное сырье является источником пищевых волокон, которые относятся к функциональным пищевым ингредиентам. Клетчатка вместе с гемицеллюлозами составляет основную часть клеточных стенок. Наибольшее количество клетчатки находится в цветочных пленках зерна в комбинации с лигнином.

Известно, что лигнин и целлюлоза, плохо поддаются какой либо обработке и не перевариваются в организме человека, чем способны вызывать

различные расстройства пищеварения при употреблении их в большом количестве.

Основная масса пищевых волокон сосредоточена в периферийных частях зерновки, поэтому содержание их в зерновых хлопьях зависит от их количества в исходном сырье и от технологии переработки зерна.

Было исследовано влияние степени шелушения зерна пшеницы на количество лигнина и состояние микрофлоры полученной, в результате такой обработки, пшеничной крупы.

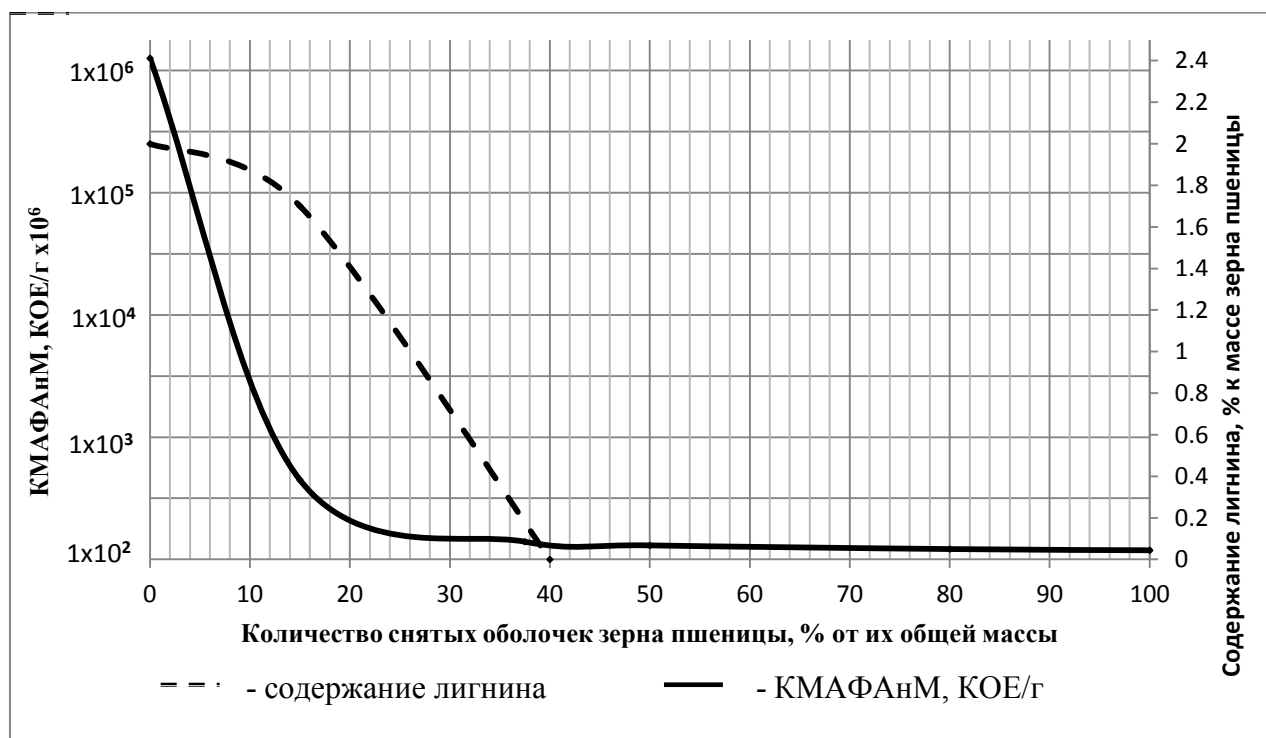


Рисунок 3.1.1.1 - Изменение содержания лигнина и КМАФАнМ в зерне пшеницы при снятии ее оболочек

Из графиков на рисунке 3.1.1.1 видно, что при снятии поверхностных 40% оболочек от их общей массы количество лигнина снижается практически до нуля в тоже время значительно улучшается санитарное состояние пшеничной крупы из-за снижения количества оболочек.

3.1.2. Влияние количества остаточных оболочек на сорбционные свойства пшеничной крупы

К числу наиболее значимых функционально технологических свойств пищевых волокон относят водопоглотительную, водоудерживающую способности, ионообменные и сорбционные свойства.

Были проведены исследования влияния процесса шелушения на водоудерживающую способность (рис. 3.1.2.1.) а так же на сорбционную способность зерна пшеницы с различным количеством оболочек.

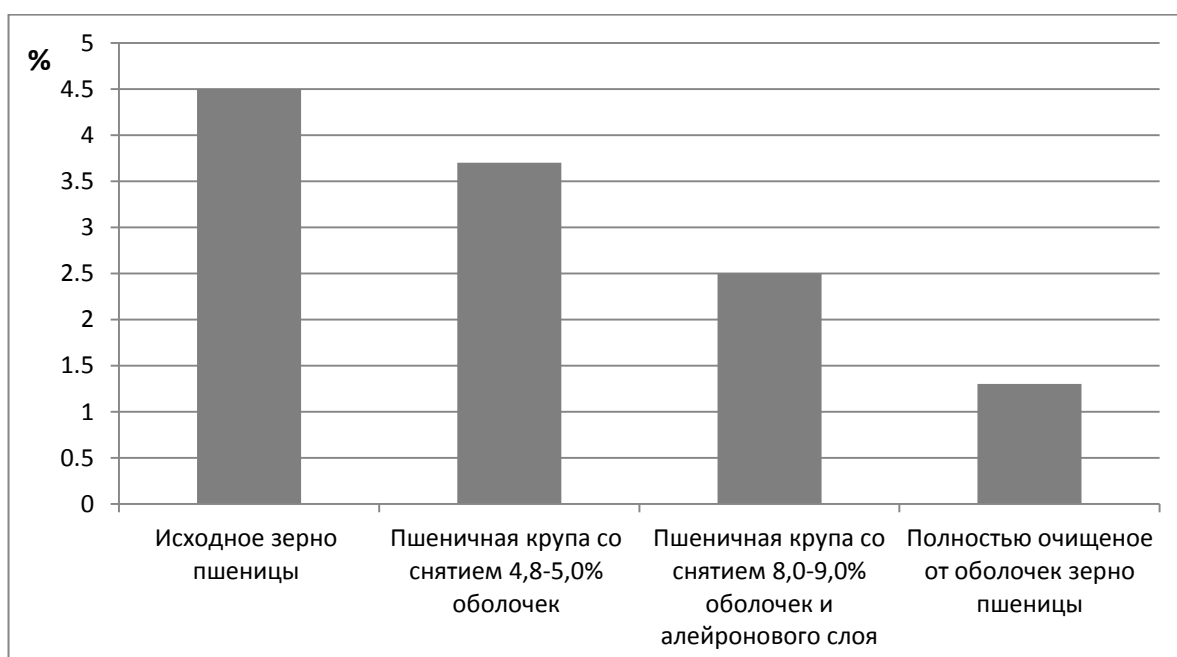


Рисунок 3.1.2.1 - Диаграмма изменения водоудерживающей способности зерна пшеницы и пшеничной крупы с различным остаточным количеством оболочек

Данные физико-химических характеристик получаемых зерновых продуктов в отношении ионов тяжелых металлов и красителя метиленового голубого представлены на рис. 3.1.2.2 и 3.1.2.3

Процесс сорбции ионов тяжелых металлов проводили в трехкомпонентном растворе наиболее токсичных и важных на практике элементов: свинец, кадмий и стронций, а также в одноэлементных стандартных растворах.

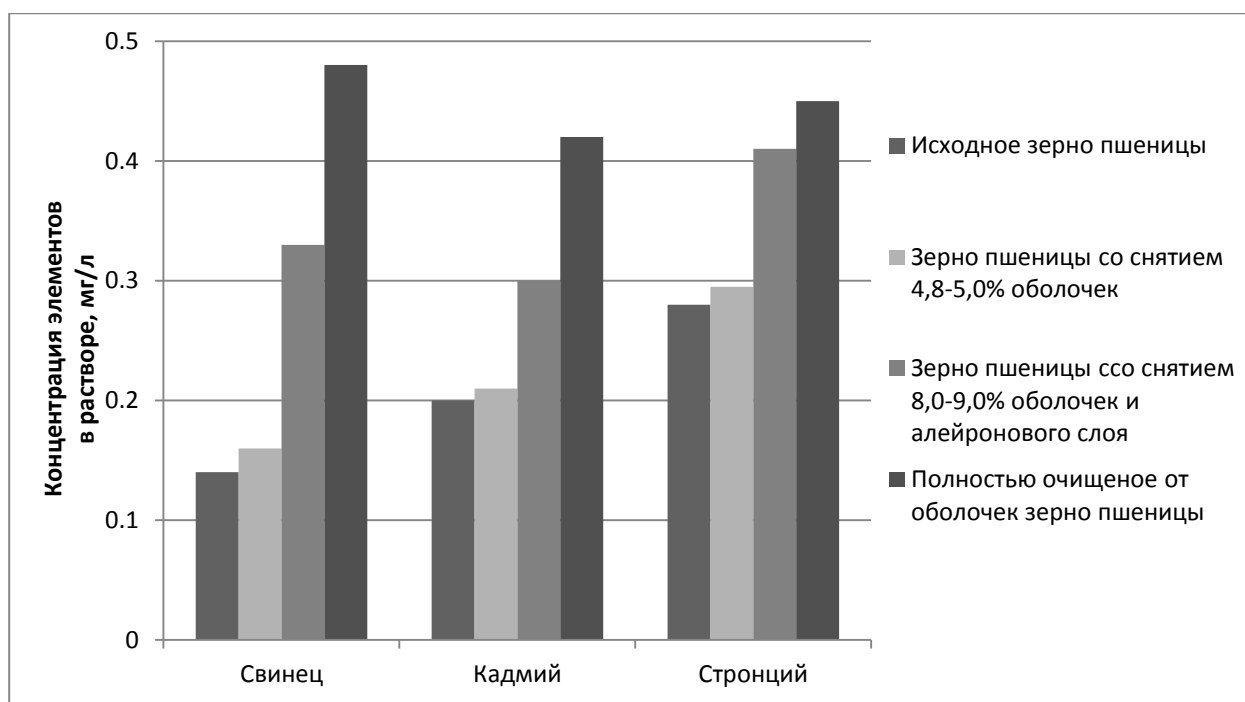


Рисунок 3.1.2.2 - Диаграмма сорбции тяжелых металлов зерном пшеницы и пшеничной крупой с различным количеством снятых оболочек из трехкомпонентного стандартного раствора с концентрацией элементов 0,5 мг/л

Исследования показали, что снятие плодовых оболочек в количестве 4,8-5,0% практически не сказываются на величине сорбции ионов тяжелых металлов пшеничной крупой, в тоже время снятие семенных оболочек и алейронового слоя снижает сорбцию металлов в 2 и 4 раза соответственно.

Результаты исследований способности зерна пшеницы с различным количеством остаточных оболочек к поглощению красителя метиленового голубого представлены на рис.3.1.2.3.

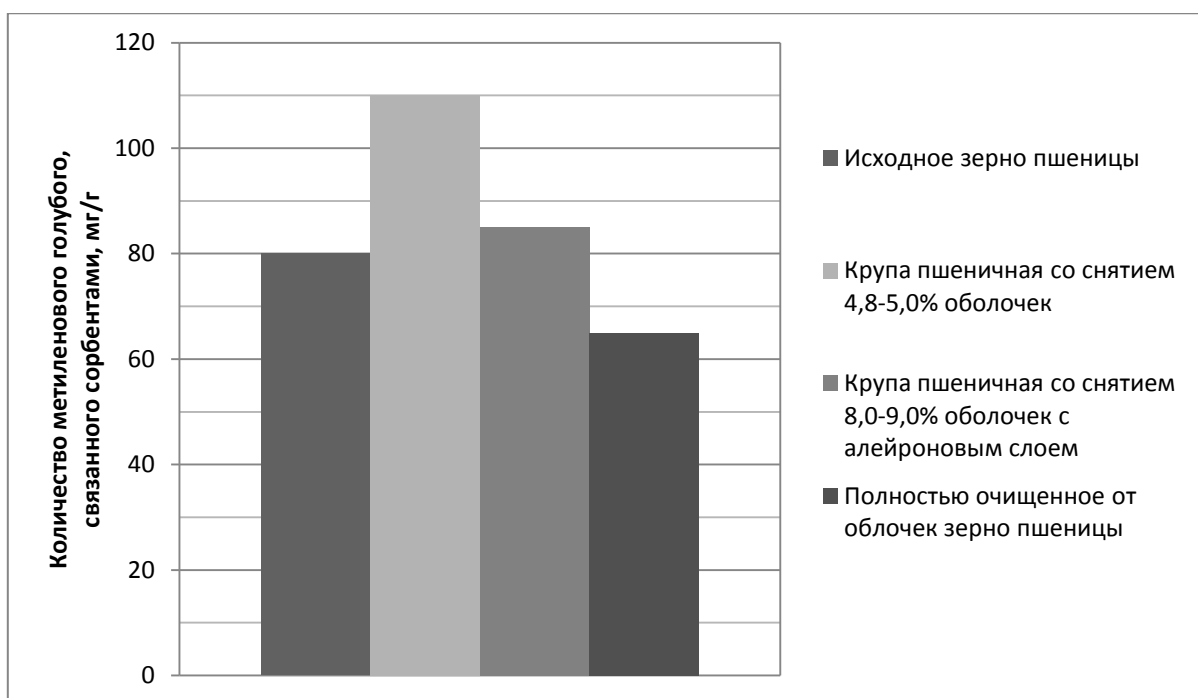


Рисунок 3.1.2.3 - Диаграмма сорбции метиленового голубого зерном пшеницы и пшеничной крупой с различным количеством снятых оболочек

Как известно сорбция метиленового голубого связана с сорбцией некоторых микроорганизмов, например, *E. Coli* [113]

Таким образом, неполное снятие 4-5% оболочек зерна пшеницы не снижает функциональные свойства продукта и сохраняет высокую сорбционную способность в отношении экотоксических веществ и бактериальных токсинов.

Анализ результатов показывает, что по мере снятия оболочек, способность к связыванию ионов, находящихся в трехкомпонентной смеси, и метиленового голубого падает, пропорционально остаточному количеству оболочек. Наиболее оптимальным будет использование пшеничной крупы с остаточным количеством оболочек 4,5-5,0% что обеспечивает выраженные функциональные свойства, микробиологическую безопасность и легкую усвояемость полученного продукта.

3.2. Определение степени увлажнения пшеничной крупы перед тепловой обработкой

Водно-тепловая обработка круп при производстве продуктов быстрого приготовления в пищеконцентратной промышленности, осуществляют острым паром в присутствии воды, которая впитывается в продукт.

Исследования, проведенные во ВНИИКОП, показали, что оптимальная влажность крупы для получения необходимых изменений углеводного комплекса составляет 30-40%. При влажности крупы выше этого значения, ухудшаются потребительские свойства продукта.

Пшеничная крупа, при степени увлажнения 33-35% в процессе тепловой обработки имеет достаточное количество водорастворимых соединений, значительно больше, чем у гречневой, кукурузной и т.д. крупы. При этой влажности не наблюдается повышенная вязкость готового продукта.

Как показали исследования, проведенные С.А. Гениным, И.В. Каурцевой и др, при влажности выше 50% снижаются потребительские свойства продукта – наблюдается повышенная вязкость готового блюда и значительно уменьшается объемная масса сушеной крупы. Так же при влажности гидратированной крупы 40% наблюдается минимальное содержание водорастворимых веществ. [9, 28]

Поэтому исследования процесса тепловой обработки крупы проводили при влажности пшеничной крупы 30-35%.

Зерно представляет собой капиллярно-пористое тело, активная поверхность которого во много раз превышает его видимую поверхность.

Неравномерное набухание отдельных частей крупы обусловлено различной физической структурой составных частей крупы, разной степенью гидрофильности химических веществ, содержащихся в крупе, и неравномерным их распределением в ядре крупы.

Поглощенная зерном вода вступает во взаимодействие с его биополимерами и, переходя в связанное состояние, изменяет свои свойства.

Происходит и преобразование свойства зерна, его анатомических частей и биополимеров. Изменяется активность ферментов и биохимических процессов в зерне.

Скорость увлажнения пшеничной крупы зависит от температуры воды и продолжительности процесса. Способность крупы поглощать при мойке воду определяется гидрофильными свойствами клеточных стенок и внутреннего содержания клеток. [23,59]

По данным различных исследований, мойка крупы при температуре выше 55°C вызывает ряд нежелательных явлений, отрицательно сказывающихся на качестве продукта, таких как коагуляция белка, карамелизация сахаров и меланоидинообразование. [10]

Увлажнение зерна пшеницы и пшеничной крупы проводили в шнековой моечной машине в течение различного времени при разной температуре воды. Кинетики водопоглощения исследуемых продуктов, представлены на рисунках 3.2.1 и 3.2.2.

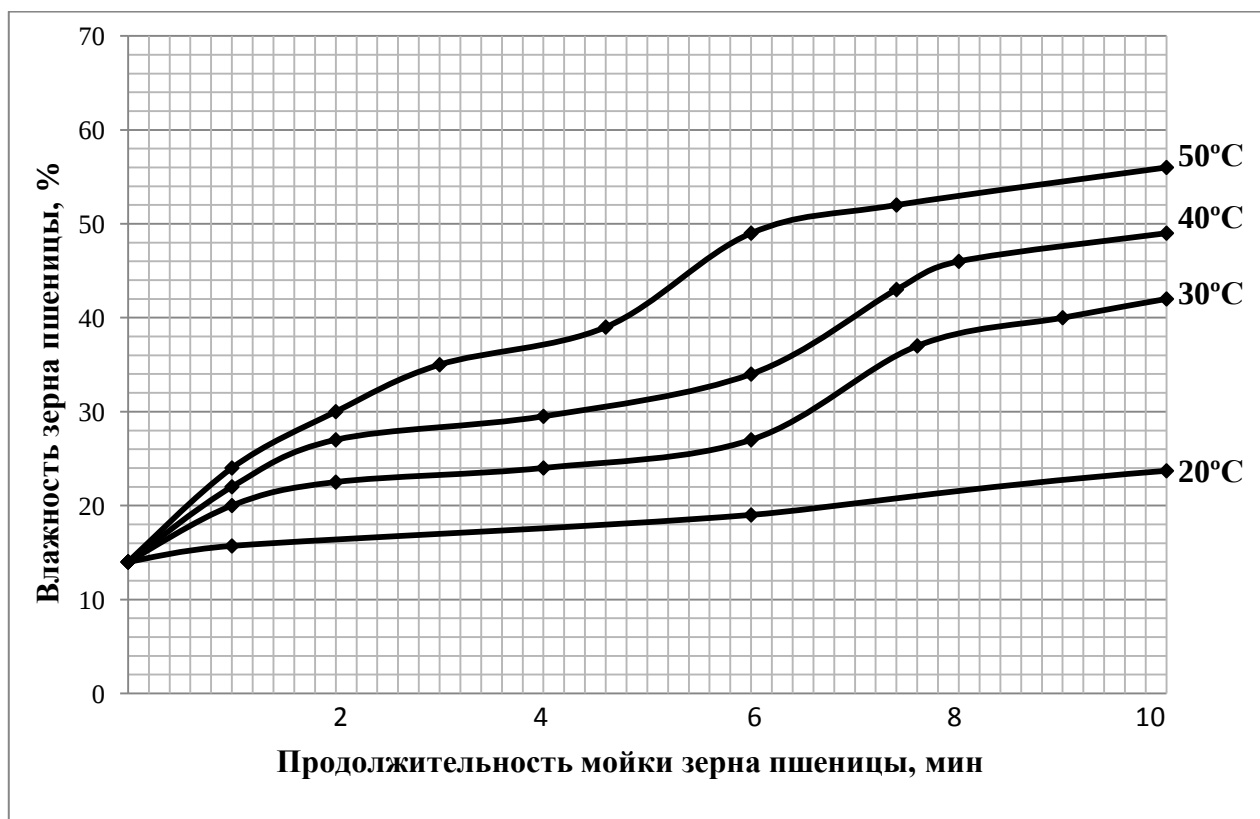


Рисунок 3.2.1 - График изменения влажности исходного зерна пшеницы в процессе мойки при различной температуре

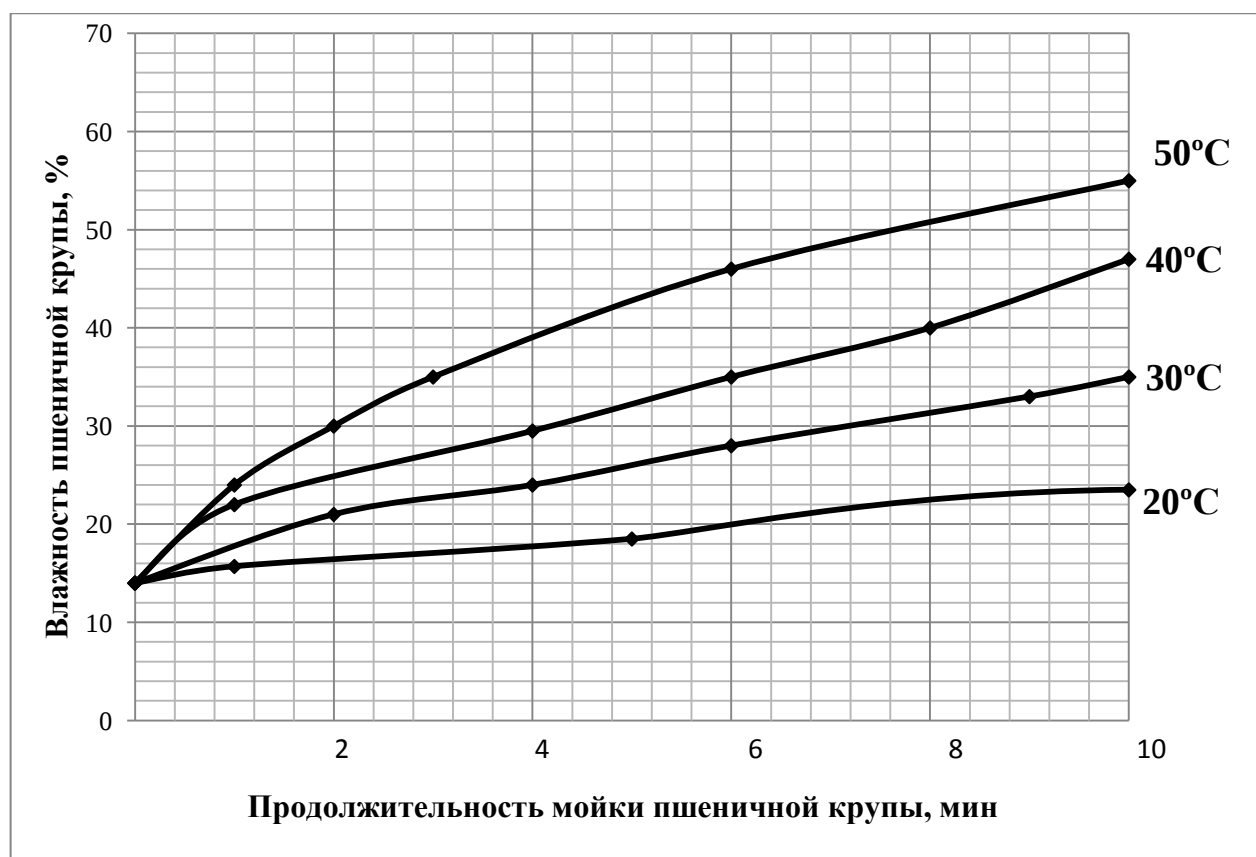


Рисунок 3.2.2 - Изменение влажности пшеничной крупы в процессе мойки при различной температуре

Исследования показали, что отсутствие продольных клеток плодовой оболочки значительно сказывается на водопоглотительной способности пшеничной крупы. Время, достаточное для достижения необходимой степени увлажнения (33-35%), составляет для исходного зерна пшеницы 9-10 мин, а пшеничная крупа достигает этой степени увлажнения за 4-5 мин при температуре 40 °С.

Характер кривой водопоглощения так же меняется. У исходной крупы отмечается зона низкой скорости увлажнения в первый период времени, продолжительностью около 3-х мин, что связано с малой проницаемостью продольного слоя плодовых пшеницы оболочек водой. При отсутствии этих оболочек водопоглощение проходит с постоянной скоростью, без площадки набухания. Равномерный характер увлажнения плодовой оболочки так же обеспечивается наличием большого количества микротрещин, возникающих в семенной оболочке в процессе шелушения зерна.

3.3. Выбор температурного режима обработки пшеничной крупы

Известно, что инфракрасная обработка зернового сырья может происходить по двум термодинамическим направлениям. Первое направление, когда при нагреве с определенной мощностью лучистого потока происходит миграция влаги из внутренних слоев на поверхность. Второе направление, когда под действием мощного излучения (на основе явления термовлагопроводности) влага перемещается внутрь зерновки, превращается там в пар, создавая высокое давление, которое разрушает структуру зерновки изнутри.

Для проведения процесса тепловой обработки по второму направлению необходимо определить параметры процесса обработки ИК излучением, при которых наблюдается необходимое явление термодеструкции.

Было исследовано влияние исходной влажности пшеничной крупы на температуру при которой происходит разрушение структуры зерновки (Рисунок 3.3.1)

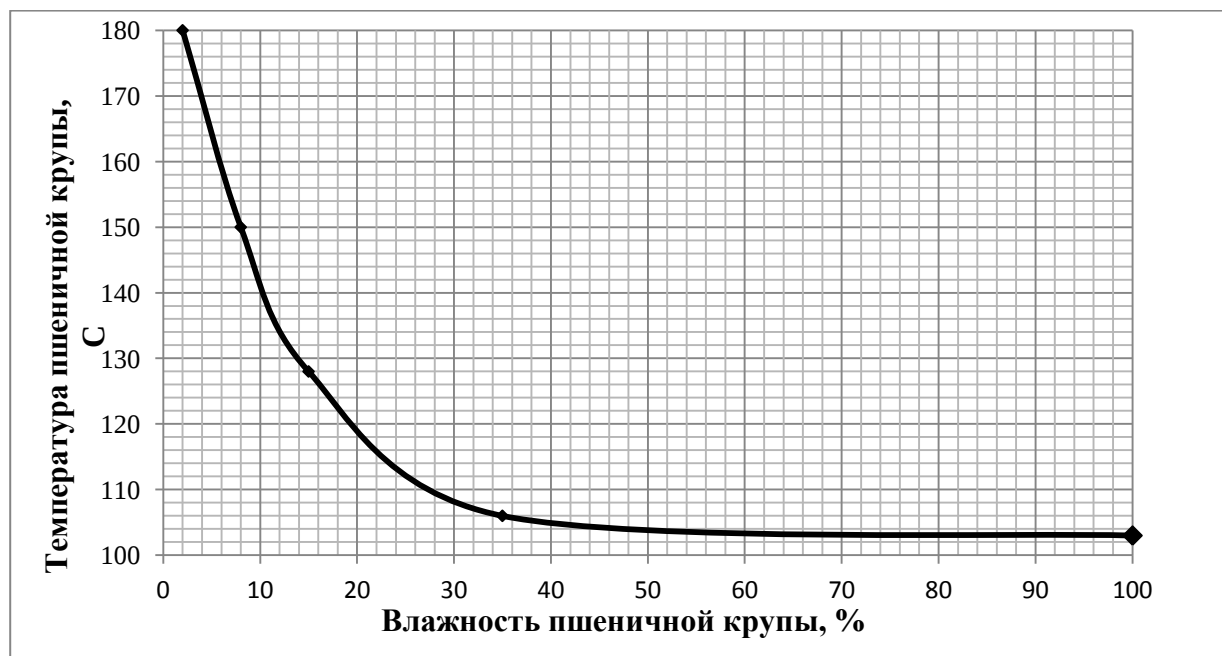


Рисунок 3.3.1 - Изменение температуры разрушения структуры пшеницы в зависимости от ее влажности

Как видно из приведенного на рисунке 3.3.1 графика, вспучивание зерновки и разрушение ее структуры происходит при разной температуре,

зависящей от количества влаги, находящейся в зерне. Так, при влажности 14-15% разрушение зерновки и выброс пара наблюдается при 130 °С. По мере увеличения влагосодержания зерна, изменяется и форма связи влаги с материалом, температура разрушения структуры падает. При влажности 33-35%, температура крупы в момент ее разрушения 106-108 °С, а при влажности крупы менее 2 %, разрушения структуры не происходит.

3.4. Выбор мощности лучистого потока инфракрасного излучения при обработке крупы влажностью 30-35%

Важным достоинством инфракрасного нагрева является возможность обработки материала большой мощностью лучистого потока. От мощности подаваемой энергии, зависит скорость нагрева обрабатываемого объекта.

Исследовали влияние мощности лучистого потока подаваемой энергии и влажности пшеничной крупы на характер изменения ее структуры в процессе обработки. На рисунке 3.4.1 представлены данные определения областей проведения процесса интенсивной инфракрасной обработки пшеничной крупы с различной влажностью.

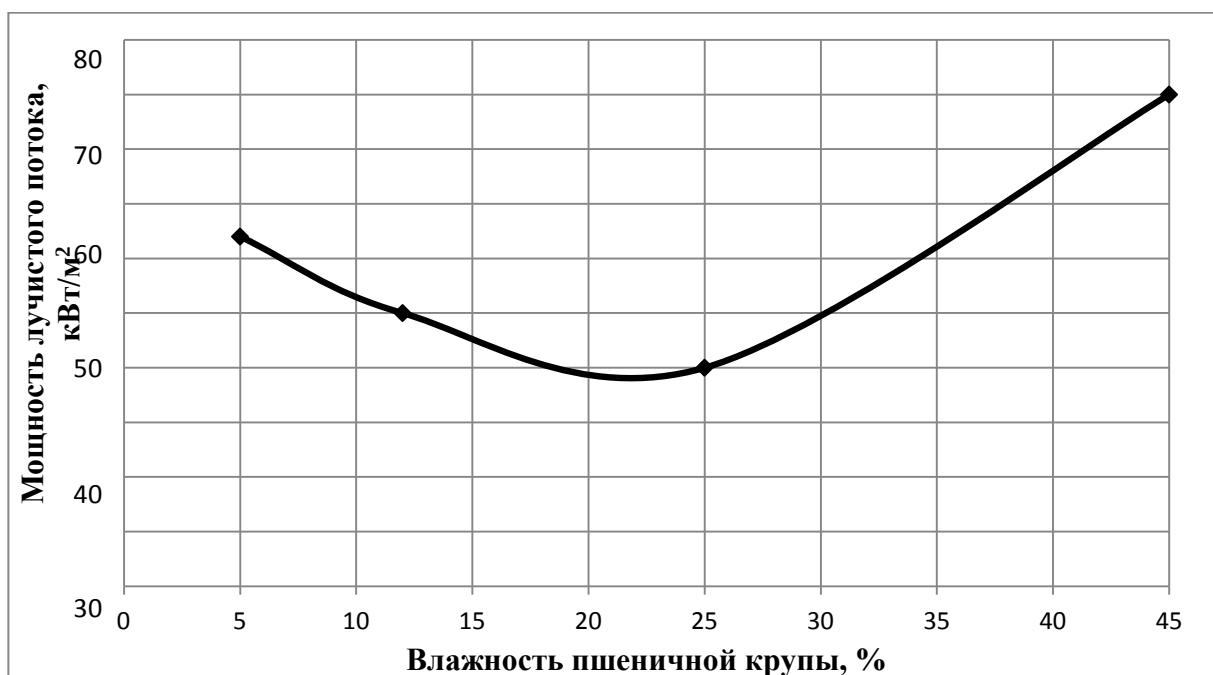


Рисунок 3.4.1 - Изменение мощности лучистого потока необходимой для разрушения структуры пшеничной крупы в зависимости от ее влажности

Кривая, представленная на рисунке 3.4.1 показывает, что при мощности потока ИК излучения выше этой кривой процесс протекает в области термодеструкции структуры зерновки, когда влага из материала испаряется в виде пара. Ниже данной кривой влага диффундирует к поверхности зерновки в виде воды и испаряется с ее поверхности (традиционная сушка). Мощность лучистого потока для разрушения структуры зерна пшеницы влажностью 30-33% составила 60-65 кВт/м².

3.5. Определение параметров тепловой обработки пшеничной крупы

Как известно, для получения круп, готовых к употреблению, необходимо продолжительное температурное воздействие. Так, варка крупы острым паром в варочном аппарате продолжается от 30 мин до 120 мин (в зависимости от вида крупы). Это время необходимо для осуществления процессов клейстеризации крахмала, пептизации протопектина, денатурации белка, то есть для проведения тех изменений, которые соответствуют характеристикам готового продукта. Поэтому тепловую обработку пшеничной крупы, после разрушения структуры необходимо продолжить в течение некоторого времени после разрушения ее структуры для углубления изменений, возникающих в процессе тепловой обработки.

На рисунке 3.5.1 представлен график изменения температуры пшеничной крупы в процессе термообработки ИК излучением.

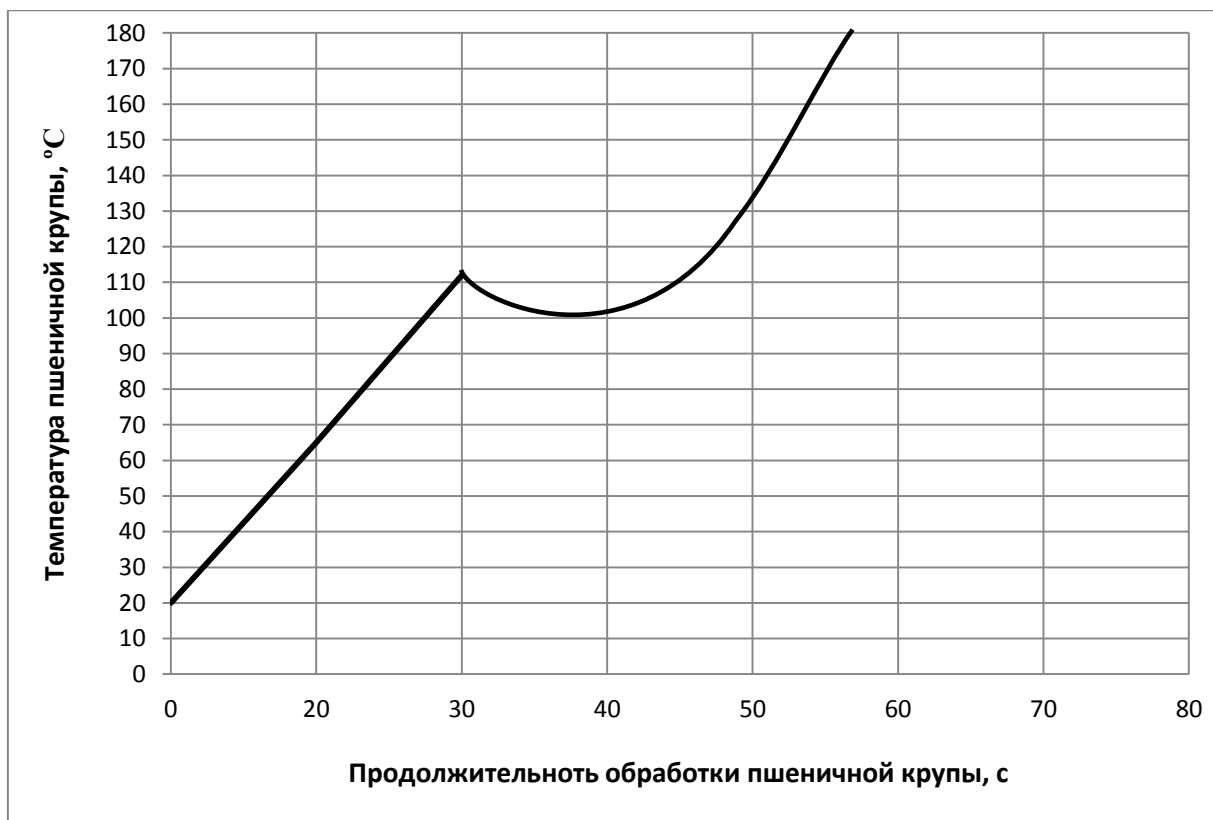


Рисунок 3.5.1 - Изменение температуры пшеничной крупы в процессе ее термодеструкции при обработке ИК излучением

При сохранении плотности лучистого потока на первоначальном уровне 58-60 кВт/м², температура крупы, как видно из рисунка 3.4.1, резко возрастает и начинается обгорание ее поверхности

Для увеличения времени температурного воздействия на пшеничную крупу, плотность лучистого потока необходимо быстро снизить до достижения ей температуры 100-102 °C (Рисунок 3.5.3).

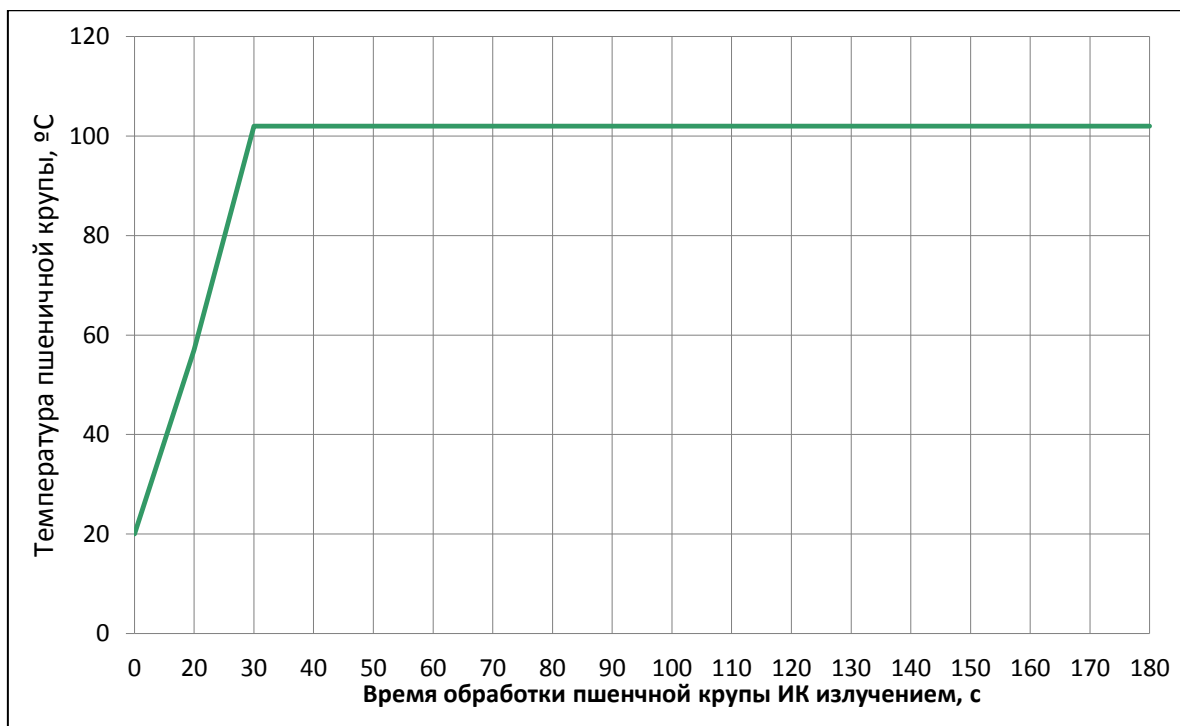


Рисунок 3.5.3 - Изменение температуры пшеничной крупы процессе тепловой обработки

Для поддержания температуры пшеничной крупы на уровне 100-102 °C мощность лучистого потока автоматически снижалась, по средствам контроля ее инфракрасным пирометром, соединенным с блоком управления подаваемой мощности. В процессе снижения влажности автоматически происходило снижение мощности подаваемого инфракрасного излучения.

График снижения мощности лучистого потока подаваемого Ик излучения, представлен на рисунке 3.5.4.

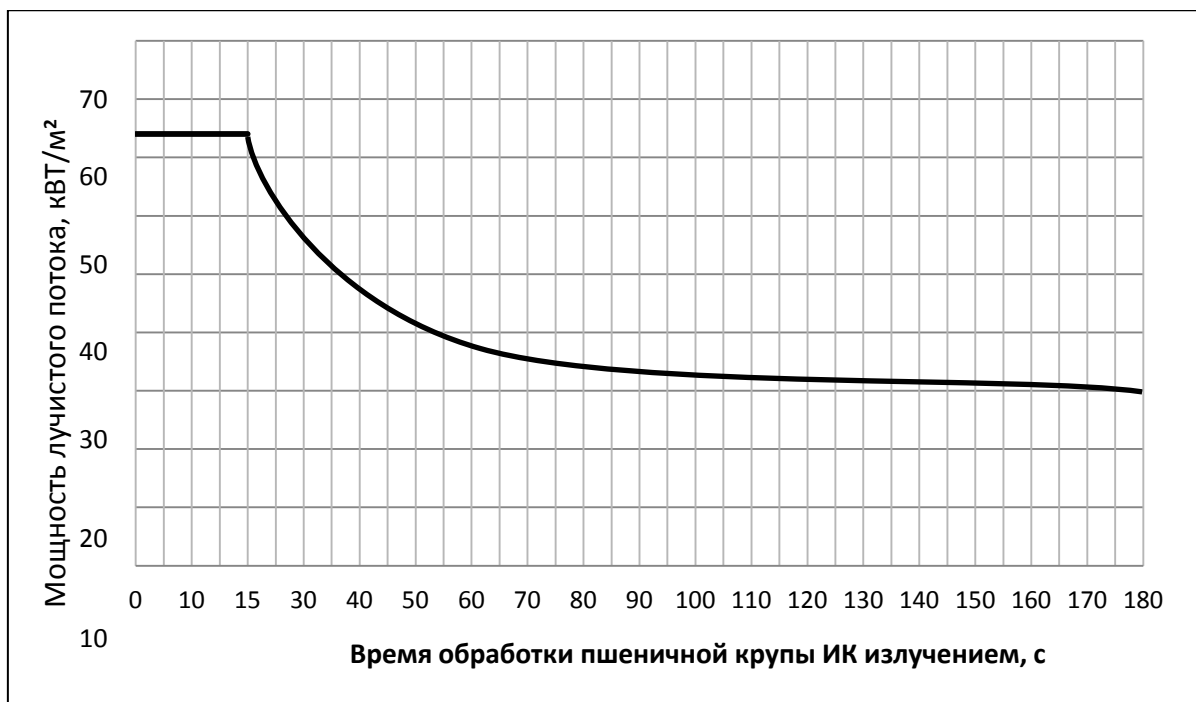


Рисунок 3.5.4 - Изменение мощности лучистого потока ИК излучения в процессе тепловой обработки пшеничной крупы

После интенсивной обработки температура крупы составляет 106-108 °С, в результате залпового выброса пара разрушается структура пшеничной крупы, влажность ее при этом снижалась за 6-8 с со значения 33-32% до 30-29% и крупа приобретает пористую структуру.

На рисунке 3.5.2 представлен график изменения влажности пшеничной крупы в процессе ее термообработки ИК излучением.

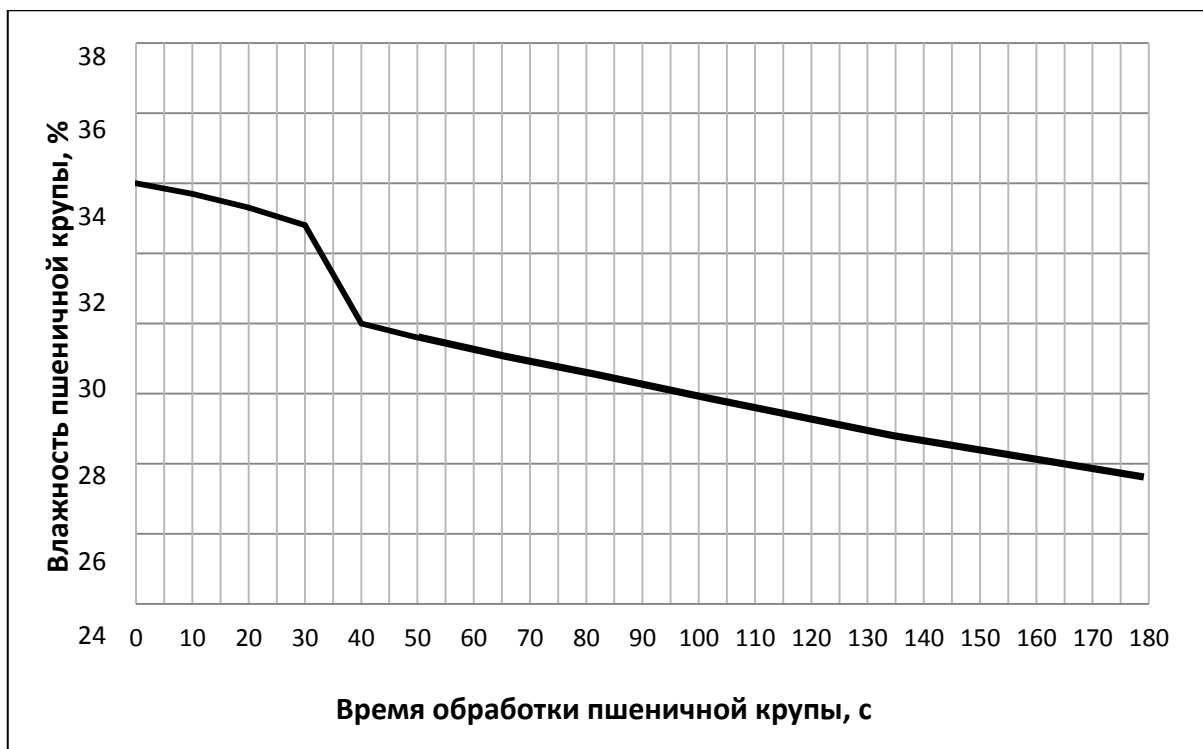


Рисунок 3.5.5 – Изменение влажности пшеничной крупы в процессе термообработки ИК излучением

Поддержание данных параметров тепловой обработки пшеничной крупы с исходной влажностью 32-33% инфракрасным излучением, позволяет получить крупу, после обработки в течении 180 с, с влажностью 22-23% и температурой 98-102°C и при этом крупа приобретает пористую структуру.

3.6. Исследование процесса релаксации пшеничной крупы после термообработки

Пшеничная крупа после инфракрасной обработки имеет высокую температуру 98-102°C.

Исследовали возможность использования энергии инфракрасного излучения, приобретенной крупой, в целях дополнительной тепловой обработки, включающей в себя выдержку крупы (темперирование) в теплоизолированном бункере.

Было исследовано влияние времени выдержки пшеничной крупы, после интенсивной инфракрасной обработки, в термоизолированном бункере на

влажность получаемого полуфабриката степень модификации углеводного комплекса; степень клейстеризации крахмала и количество образовавшихся декстринов.

Критериями оценки процесса темперирования крупы, при высоких температурах выбрали изменение содержания витаминов B_1 и B_2 .

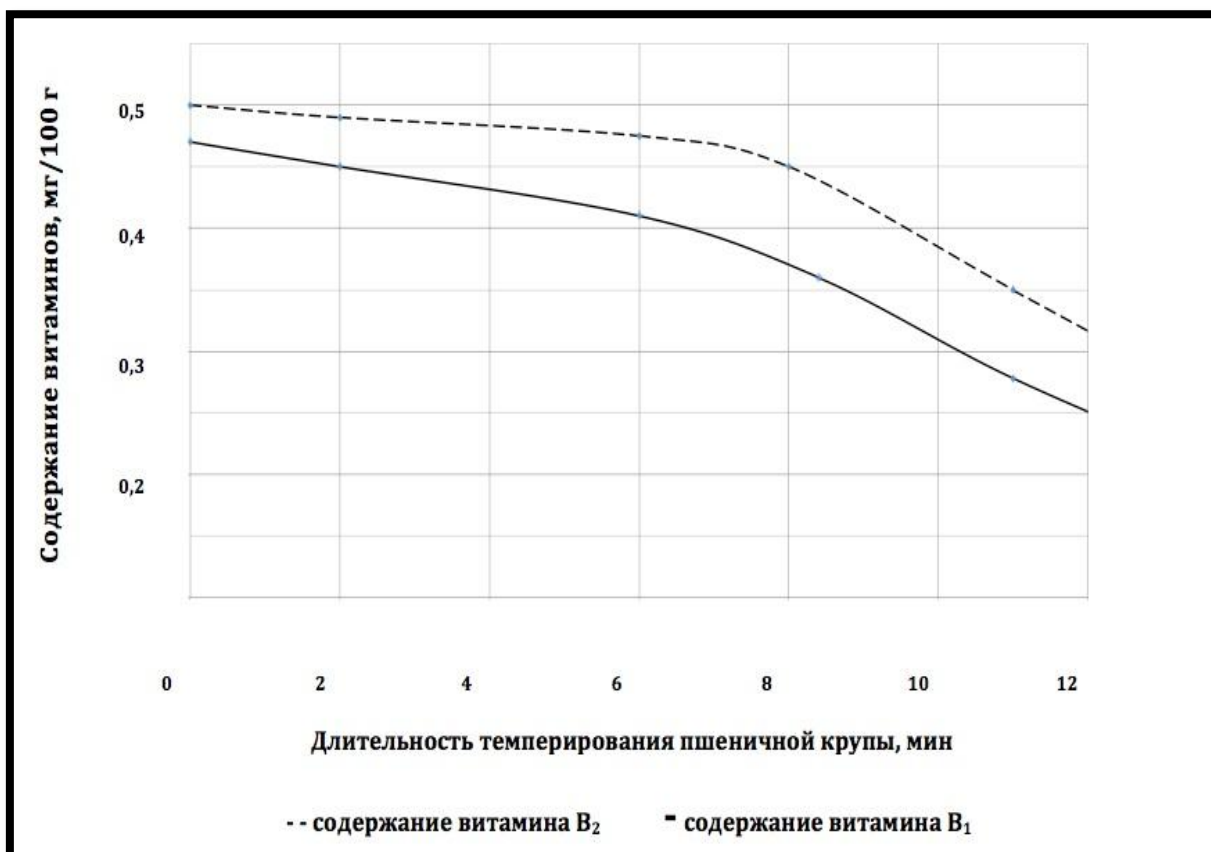


Рисунок 3.6.1 - Изменение содержания витаминов B_1 и B_2 в пшеничной крупе в процессе ее темперирования в термоизолированном бункере

В результате исследования (Рис. 3.6.1), установлено, что оптимальное время выдержки пшеничной крупы в термоизолированном бункере составляет 8-9 минут, в течение которых содержание витаминов B_1 и B_2 изменяется не значительно.

При более длительном темперировании влажность пшеничной крупы снижается до значений, при которых она теряет свою пластичность и приобретает хрупкие свойства, что не позволяет в дальнейшем получить хлопья хорошего качества.

В процессе релаксации (отлежки) температура пшеничной крупы снижалась со 102 – 99 °С до 80-70 °С. Изменение влажности пшеничной крупы в процессе темперирования представлено на рисунке 3.6.2.



Рисунок 3.6.2 - Изменение влажности пшеничной крупы в процессе ее темперирования в термоизолированном бункере

Влажность пшеничной крупы в течении 8-9 мин составляла 18-19%, при дальнейшем темперировании свыше этого времени влажность снижается до значений, не позволяющих получить хлопья при последующей обработке.

Дополнительная тепловая обработка увеличивает степень подготовки круп к употреблению в пищу и улучшает их кулинарные достоинства.

Было исследовано влияние дополнительной выдержки пшеничной крупы, после интенсивной инфракрасной обработки, в термоизолированном бункере на степень модификации углеводного комплекса; степень клейстеризации и количество образовавшихся декстринов.

Диаграмма изменения количества декстринов и степени клейстеризации крахмала пшеничной крупы в процессе ее темперирования представлена на рисунке 3.6.3.

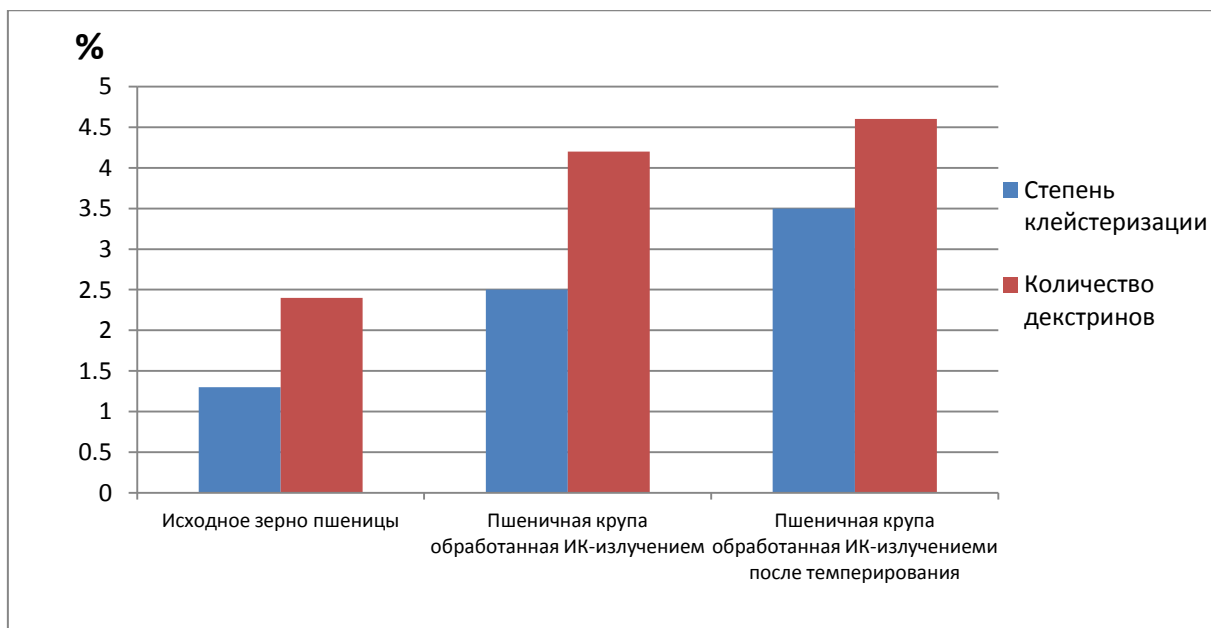


Рисунок 3.6.3 - Изменение количества декстринов и степени клейстеризации крахмала пшеничной крупы в процессе ее темпериования в термоизолированном бункере

Из диаграммы на рисунке 3.6.3 заметно, что дополнительное темпериование способствует более полной модификации крахмала, о чем свидетельствует увеличение степени клейстеризации и количества декстринов.

Как было отмечено выше, водопоглощение крупы обусловлено двумя факторами это заполнением пор водой с последующей ее миграций вглубь зерна и адсорбцией ее крахмальными зернами.

Гидрофильность крахмала обусловлена взаимодействием с водой через гидроксильные группы. Адсорбционная способность основывается на свойствах амилозы крахмала образовывать комплексы с некоторыми соединениями. Этим объясняется лучшая сохранность отдельных витаминов и вкусовых веществ в крахмалосодержащих продуктах. [65, 71]

Доказано, что набухание крахмала сопровождается гидратацией макромолекул, ослаблением и разрушением водородных связей между ними, при этом структура крахмальных зерен разрушается. [71]

Известно, что показатель набухания крупы коррелирует с таким показателем качества, как время доведения до готовности (варки) получаемого продукта.

Было изучено изменение набухания пшеничной крупы в процессе ее тепловой обработки.

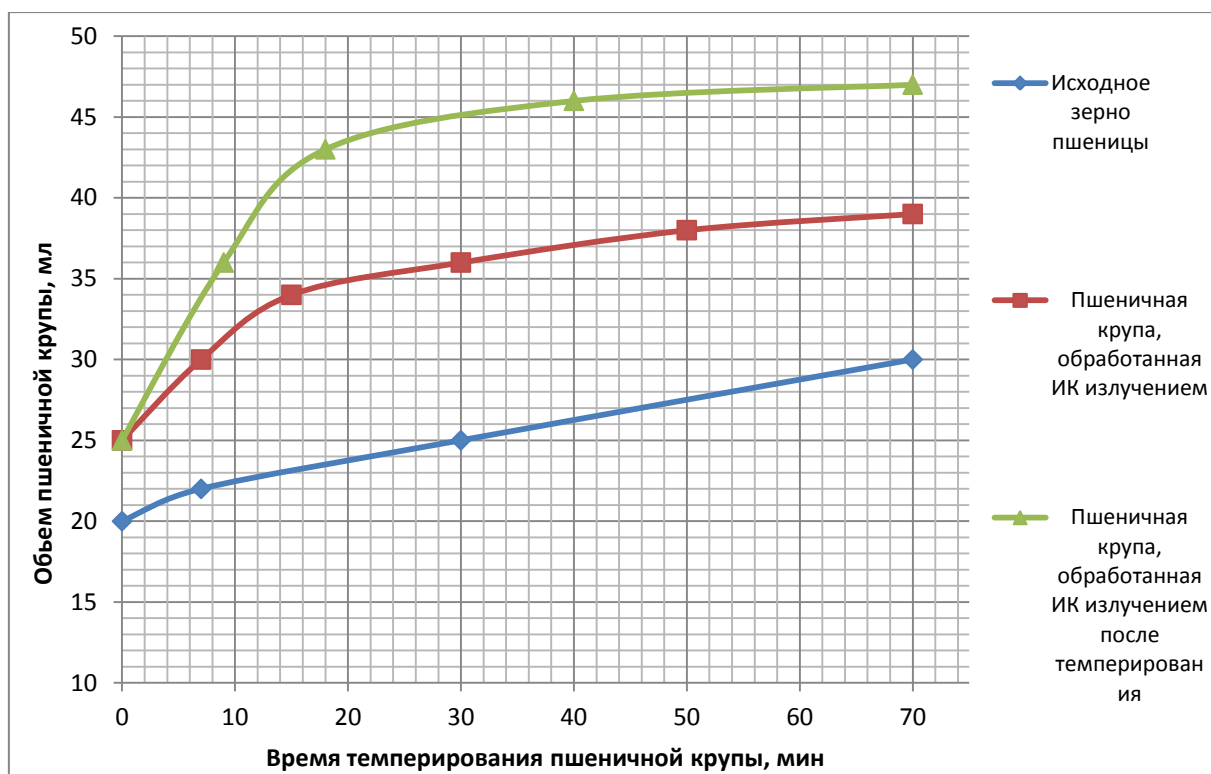


Рисунок 3.6.4 - Кинетика набухания исходного зерна пшеницы и термообработанной пшеничной крупы

Из графика на рисунке 3.6.4 видно, что кривые набухания пшеничной крупы после термообработки лежат значительно выше кривой исходного пшеничного зерна, процесс происходит быстрее и в значительно большей степени. Равновесное состояние образцов крупы, подвергнутого дополнительному терпированию, достигается скорее, чем образца пшеничной крупы прошедшего только интенсивную инфракрасную обработку.

Применение комбинированного метода обработки пшеничной крупы с использованием особенностей инфракрасного облучения и дополнительной тепловой обработки на базе энергии, полученной крупой в результате инфракрасного воздействия, позволяет улучшить качественные характеристики продукта.

3.7. Характеристика пшеничной крупы полученной по данному способу

Полученную по выше описанному способу пшеничная крупа может быть высушена до влажности 10-12% при помощи инфракрасного излучения и использоваться для приготовления гарнира.

Специфическое воздействие инфракрасного излучения на биологические объекты связано с интенсификацией процессов биохимических превращений вследствие резонанса поглощаемой энергии и соответствующих частот колебаний определенных групп атомов в молекуле химическими связями -ОН, -СООН и др. Это приводит к ускорению процессов гидролиза, декстринизации, клейстеризации, увеличивается количество высвобождаемой глюкозы, степень денатурации белка [53, 78, 86].

Клейстеризация - это процесс, при котором наиболее растворимая часть крахмала переходит в раствор под действием высокой температуры и высокой влажности. Внутри крахмальных зерен за счет растворения амилозы создается повышенное осмотическое давление, под действием которого усиливается приток воды, вызывая дальнейшее растворение амилозы и набухание амилопектина. В результате клейстеризации зерна крахмала поглощают до 200—400% воды.

В результате процесса тепмерирования повышается пищевая ценность получаемой пшеничной крупы, в результате увеличения усвояемость крахмала, в ходе его деструктивных модификаций.

На рисунке 3.7.1 показаны качественные показатели исходной пшеничной крупы, варено-сушеной крупы, полученной по традиционной технологии и пшеничной крупы, полученной при помощи ИК излучения.

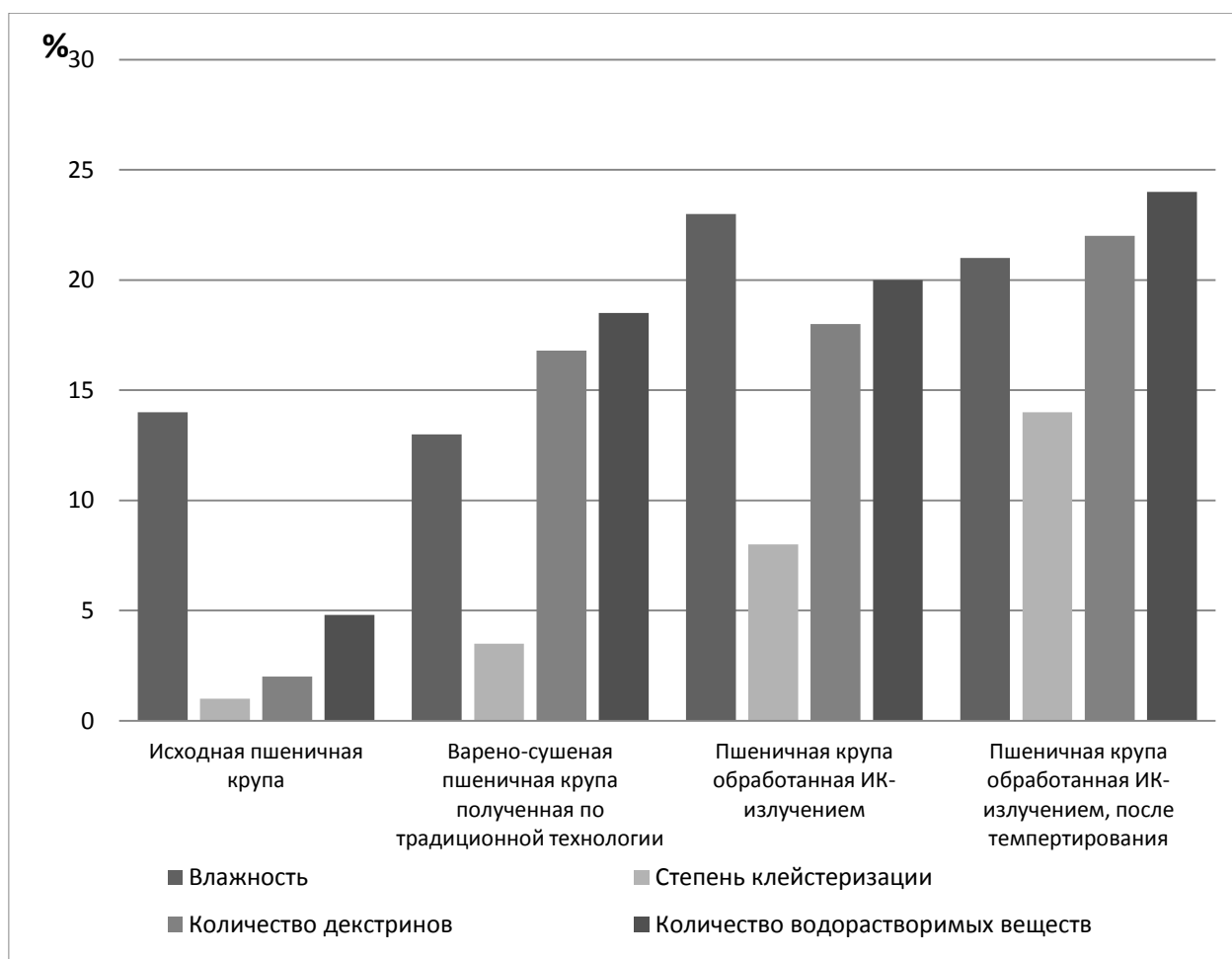


Рисунок 3.7.1 - Качественные показатели исходной пшеничной крупы, варено-сушеной крупы, полученной по традиционной технологии и пшеничной крупы, полученной при помощи ИК излучения

Из диаграммы на рисунке 3.7.1, дополнительное темперирование позволяет значительно улучшить качество продукта по сравнению с исходной пшеничной крупой и варено-сушеными крупами, полученными по традиционной технологии. Так, значительно увеличивается степень клейстеризации крахмала в 8 раз по сравнению с исходной крупой и в 4 раза по сравнению с варено-сушеными крупами, получаемыми по традиционной технологии. Значительно возрастает и содержание декстринов с 0,4% у исходной пшеничной крупы, до 14%, что на 5% выше, чем у пшеничной крупы, подвергнутой только интенсивному инфракрасному воздействию.

Значительно повышается пищевая ценность и усвояемость получаемой пшеничной крупы, благодаря значительному увеличению количества

водорастворимых веществ на 8% по сравнению с варено-сушеными крупами, и на 4% по сравнению с пшеничной крупой, не подвергавшейся термическому воздействию.

Потребительская ценность зависит от цвета, внешнего вида и кулинарных свойств крупы. Кулинарные свойства крупы характеризуются вкусом, запахом и консистенцией, продолжительностью варки, увеличением объема сваренной крупы.

Каши должны иметь типичный для данной крупы вкус и запах. Цвет каши должен быть однотонным, свойственным данному виду крупы.

По консистенции каши могут быть вязкими или рассыпчатыми. Неоднородность разваривания чаще всего обусловлена размерами крупинки или неравномерностью обработки зерна в процессе производства крупы.

Доказано, что продолжительность варки крупы неодинакова и составляет от 10-15 мин до 90 мин. Крупы, при приготовлении которых проводилась гидротермическая обработка, варятся несколько быстрее.

Таблица 3.7.1 - Сравнительная характеристика пшеничных круп, после различных типов обработки

Наименование показателя	Цвет	Запах	Вкус	Консистенция	Время варки, мин
Исходная пшеничная крупа	Свойственный данному виду продукта.			Вязкая	40-45
Пшеничная крупа обработанная ИК излучением				рассыпчатая	20-25
Пшеничная крупа подвергнутая термическому воздействию				Рассыпчатая упругая	10-12

Из таблицы 3.6.1.1. видно, что продолжительность варки при использовании дополнительного термического воздействия, сокращается по сравнению с

исходной пшеничной крупой в 4 раза, а по сравнению инфракрасно обработанной – в 2 раза и составляет 10-12 мин.

3.8. Плющение полученной пшеничной крупы

3.8.1 Определение оптимальной толщины пшеничных хлопьев

Известно, что механическая обработка, влияет на целый ряд параметров, определяющих качество продукта, таких как, коэффициент водопоглощения, содержание водорастворимых веществ и на потребительские достоинства готового продукта.

Как известно, клеточные стенки растительного сырья состоят из клетчатки, которую человеческий организм переваривает с трудом, что делает питательные вещества, содержащиеся внутри растительной клетки, труднодоступными для желудочного сока. Механическая обработка, разрушая клеточные стенки, облегчает выход питательных веществ из клетки в экстракт или отвар. Увеличение поверхности, возникающее в результате плющения, так же способствует повышению скорости диффузионных и биохимических процессов.

Были исследованы качественные показатели хлопьев различной толщины; 1,0-1,1 мм, 0,5-0,6 мм и 0,3-0,4 мм.

Основным показателем качества проведенной механической обработки, является выход готового продукта и количество отходов. Сведения представлены в таблице 3.8.1.1.

Таблица 3.8.1.1 - Гранулометрический состав и выход пшеничных хлопьев, различной толщины

Толщина хлопьев, мм	Количество ломанных хлопьев, %	Количество крупки, %	Количество муки, %	Выход готового продукта, %
1,0	5,9	0,2	0,8	91
0,6	9,7	0,3	0,9	88,5
0,4	22,4	1,3	2,3	51

Наибольший выход готового продукта наблюдается при толщине хлопьев 1,0-1,1 мм а минимальный – при толщине 0,3-0,4 мм.

Проведены исследования влияния этого фактора на процесс набухания, содержания водорастворимых веществ и кулинарные достоинства получаемых продуктов. Результаты представлены в таблице 3.8.1.2.

Таблица 3.8.1.2 - Время доведение до готовности пшеничных хлопьев

Толщина хлопьев, мм	1,0-1,1	0,5-0,6	0,3-0,4
Время варки, мин	6-8	Запаривание в горячей воде 10-12	Запаривание в горячей воде 8-10

Важно отметить, что хлопья толщиной 0,6-0,5 мм и 0,3-0,4 мм готовы к употреблению уже после кратковременного настаивания в горячей воде в течении 10-12 мин и 8-10 мин соответственно.

3.8.2. Влияние механического воздействия на набухание пшеничных хлопьев

Основной составляющие пшеничной крупы является крахмал - гидрофильный высокополимер, его зерна которого набухают в воде. Набухание – одно из важнейших свойств крахмала, которое влияет на консистенцию готового продукта.

Набухание пшеничной крупы обусловлено расширением крахмальных зерен расширяться, под действием термической обработки, в результате чего происходят разрыв и ослабление водородных связей между крахмальными цепями, от чего они раздвигаются, разворачиваются, что приводит к увеличению размеров крахмального зерна и разрушению его кристаллической структуры.

Следует отметить, что крупа является капиллярно-пористым телом, и набухание крупы так же обусловлено заполнением пор водой и уже позднее проникновением вглубь зерна. С этой точки зрения, плющение помимо разрушения клеточных стенок, снижает и размер пор. В результате чего, набухание механически обработанных образцов происходит в большей степени, чем цельной крупы. [28]

На рисунке 3.8.2.1. представлен график изменения набухания исследуемых образцов пшеничных хлопьев.

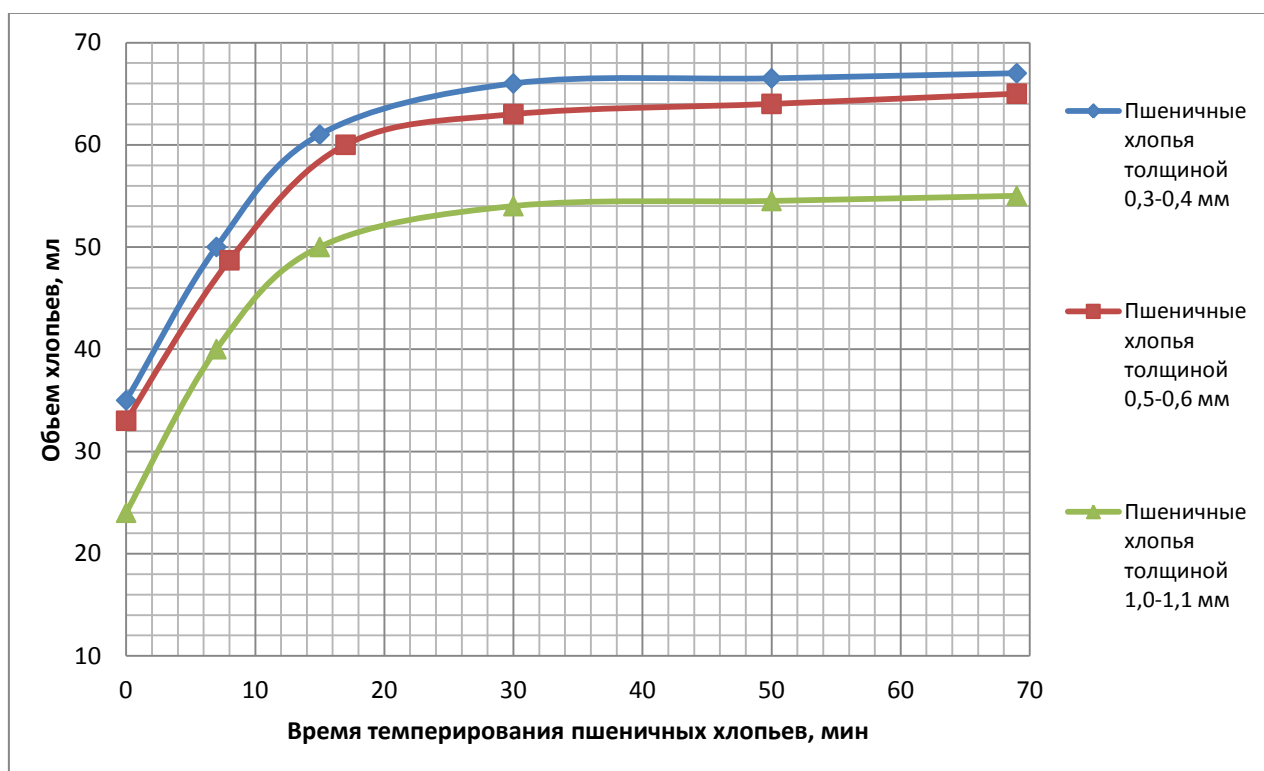


Рис. 3.8.2.1 - Изменение набухания пшеничных хлопьев различной толщины

Как видно из графика на рисунке 3.8.1, величина набухания прямо пропорционально коррелирует с толщиной полученных хлопьев, так как снижается размер пор и влага быстрее проникает вглубь продукта. Наиболее быстро набухают хлопья имеющие толщину 0,5-0,6 мм, наиболее медленно – 1,0-1,1 мм. Хлопья толщиной 0,3-0,4 мм обладают наибольшим водопоглощением, но набухание их происходит медленно, можно предположить что это является следствием их плотной укладке в измерительном цилиндре, тем самым затрудняется понижение влаги вглубь слоя, из-за малого размера расстояния между хлопьями.

3.8.3. Влияние толщины плющения пшеничной крупы на содержание водорастворимых веществ

Содержание водорастворимых веществ является важным показателем для характеристики пищевой ценности и усвояемости продукта.

Известно, что применение механического воздействия на клетки крупяного сырья повышает выход водорастворимых питательных веществ в отвар и тем самым способствует улучшению перевариваемости продукта.

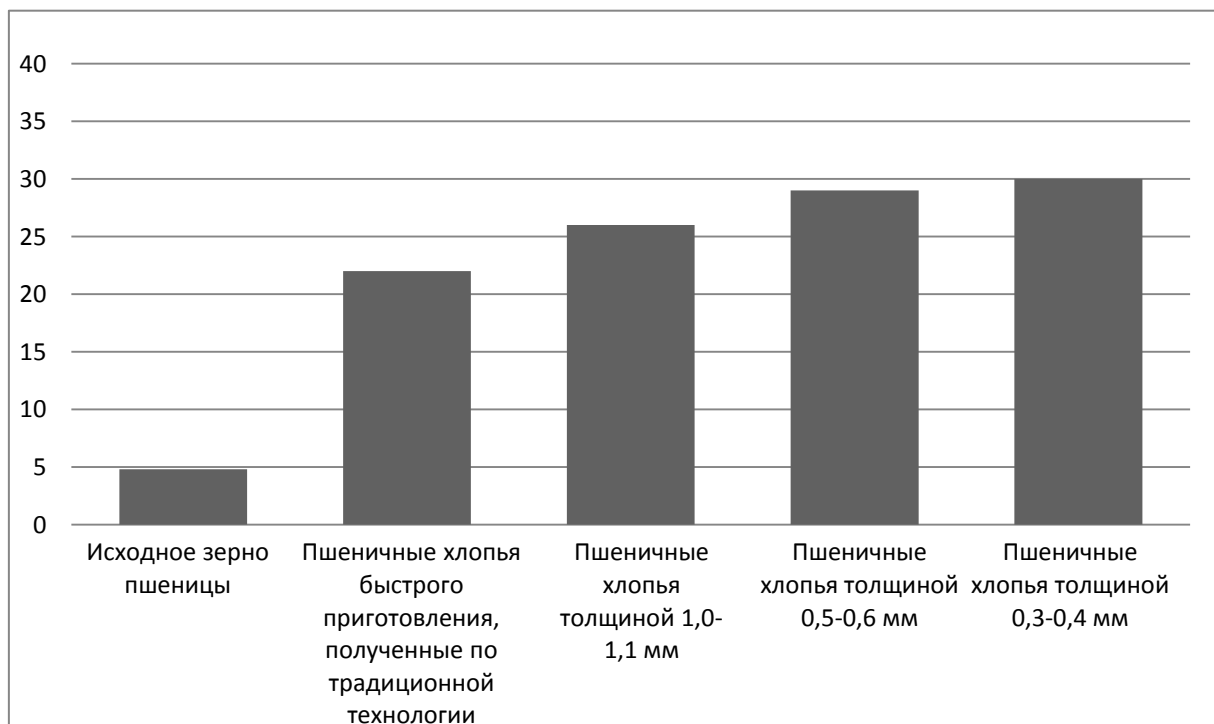


Рисунок 3.8.3.1 - Диаграмма изменения содержания водорастворимых веществ в полученных пшеничных хлопьях

Как видно из диаграммы на рисунке 3.8.3.1, плющение пшеничной крупы способствует увеличению содержания водорастворимых веществ в получаемых хлопьях.

Исследования показали, что наиболее оптимальной толщиной хлопьев является толщина 0,5-0,6 мм, которая обеспечивает низкое количество отходов в результате механической обработки, а так же высокие качественные показатели полученного продукта.

3.9. Обжарка пшеничных хлопьев для получения продукта, готового к употреблению

Для получения продукта готового к употреблению применялась термическая обработка пшеничных хлопьев с применением интенсивного инфракрасного воздействия. Обжарка получаемых пшеничных хлопьев играет главную роль в формировании вкуса и аромата готового продукта и определяет органолептические и качество готового продукта.

3.9.1. Определение времени обжаривания под воздействием интенсивного инфракрасного излучения

После механической обработки полученные хлопья имеют влажность 18-19%, что недопустимо для продукта длительного хранения.

Влажность (массовая доля влаги) - это важнейший показатель для оценки качества сырья, полуфабрикатов и готовых продуктов. Количество влаги в продукте, характеризует его энергетическую ценность. В зависимости от содержания воды определяется сроки хранения продукта и его транспортабельность. Избыток влаги способствует протеканию различных ферментативных и химических реакций, активизирует деятельность микроорганизмов, вызывающих порчу продуктов. Так же влажность сырья влияет на технико-экономические показатели работы предприятий.

Обжарка пшеничных хлопьев проводилась под воздействием интенсивного инфракрасного излучения, при мощности лучистого потока 36-38

кВт/м². Время обработки хлопьев определяли по органолептическим показателям.

Графики изменения температуры и влажности пшеничных хлопьев представлены на рисунках 3.9.1.1 и 3.9.1.2.

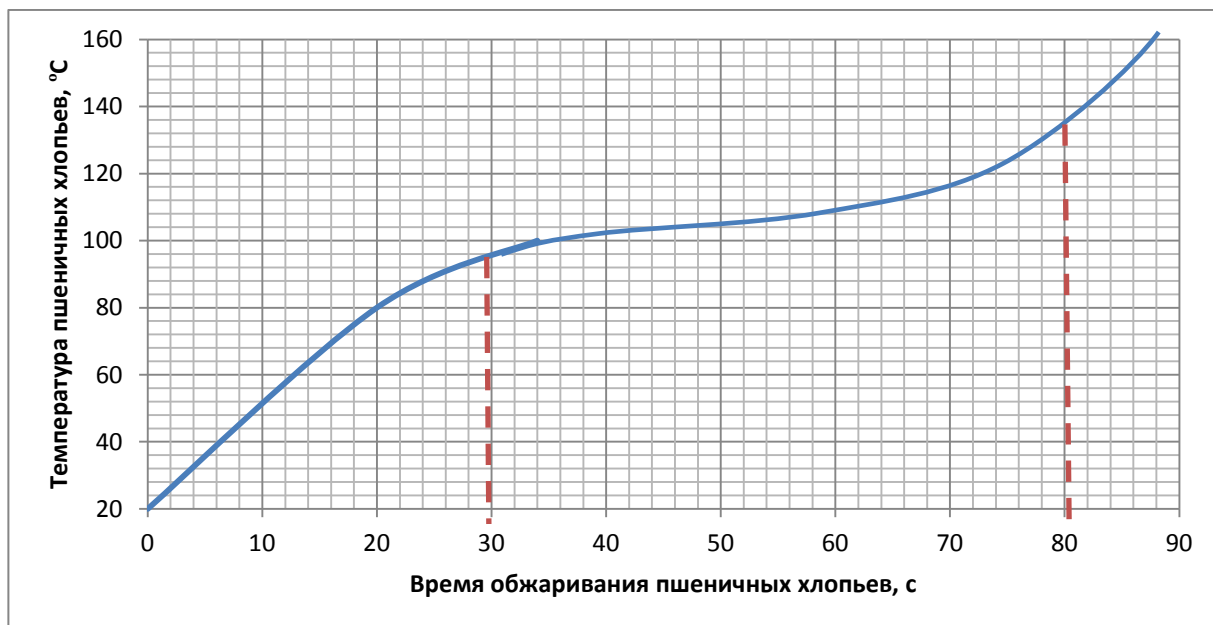


Рисунок 3.9.1.1- Изменение температуры пшеничных хлопьев в процессе обжаривания

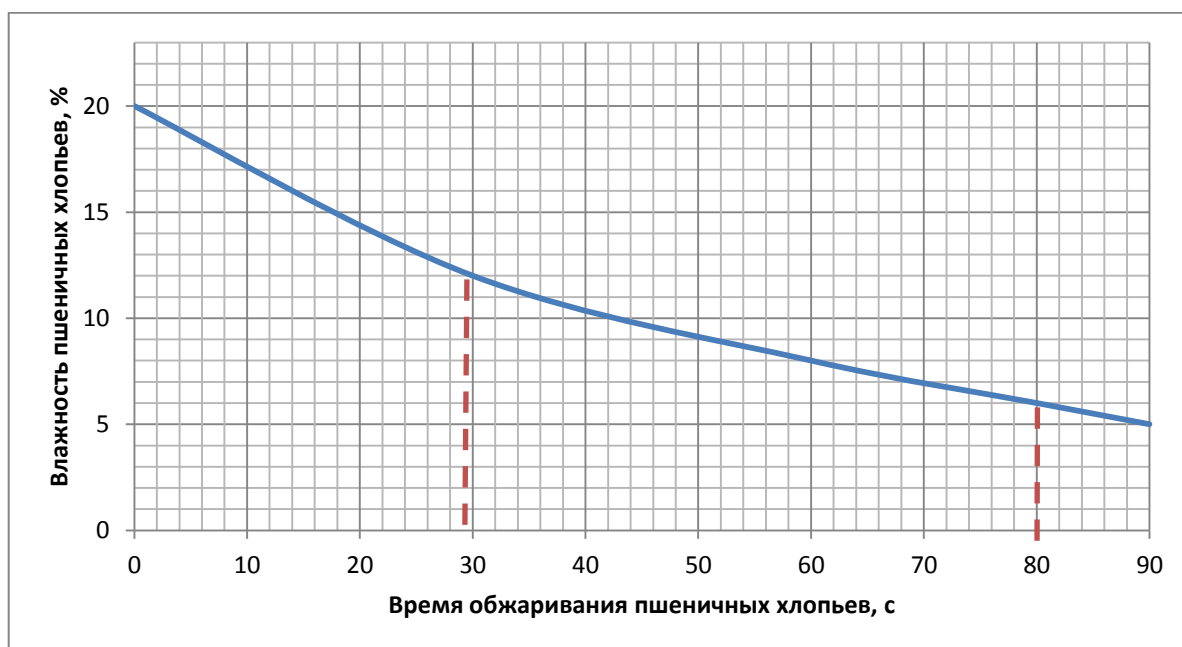


Рисунок 3.9.1.2. График изменения влажности пшеничных хлопьев в процессе обжаривания

Из рисунков 3.9.1.1 и 3.9.1.2 видно, что в начале процесса обжарки образец начинает резко терять влагу, в результате чего его влажность снижается с 18-19% до 10-12%, что сопровождается значительным повышением его температуры с 20 °С до 112 °С, при этом хлопья вспучиваются. На отрезке времени с 40 до 80 с, влажность пшеничных хлопьев снижается незначительно до значений 6-7%, температура образца составляет 135-140 °С.

При дальнейшем воздействии интенсивного инфракрасного излучения, температура хлопьев резко возрастала до 150-160 °С, в результате чего нарушалась равномерность обжарки и происходило частичное обгорание поверхности.

Таким образом, оптимальным временем обжарки пшеничных хлопьев для придания свойств продукта, готового к употреблению, составляет 75-80 с. В результате, пшеничные хлопья имеют нежную воздушную структуру, приятный аромат и цвет.

3.9.2. Влияние обжаривания на характер набухания готового продукта

Набухание является важным технологическим свойством зерновых культур, влияющим на время приготовления и консистенцию готового продукта в процессе приготовления.

Была исследована кинетика водопоглощения обжаренных пшеничных хлопьев готовых к употреблению.

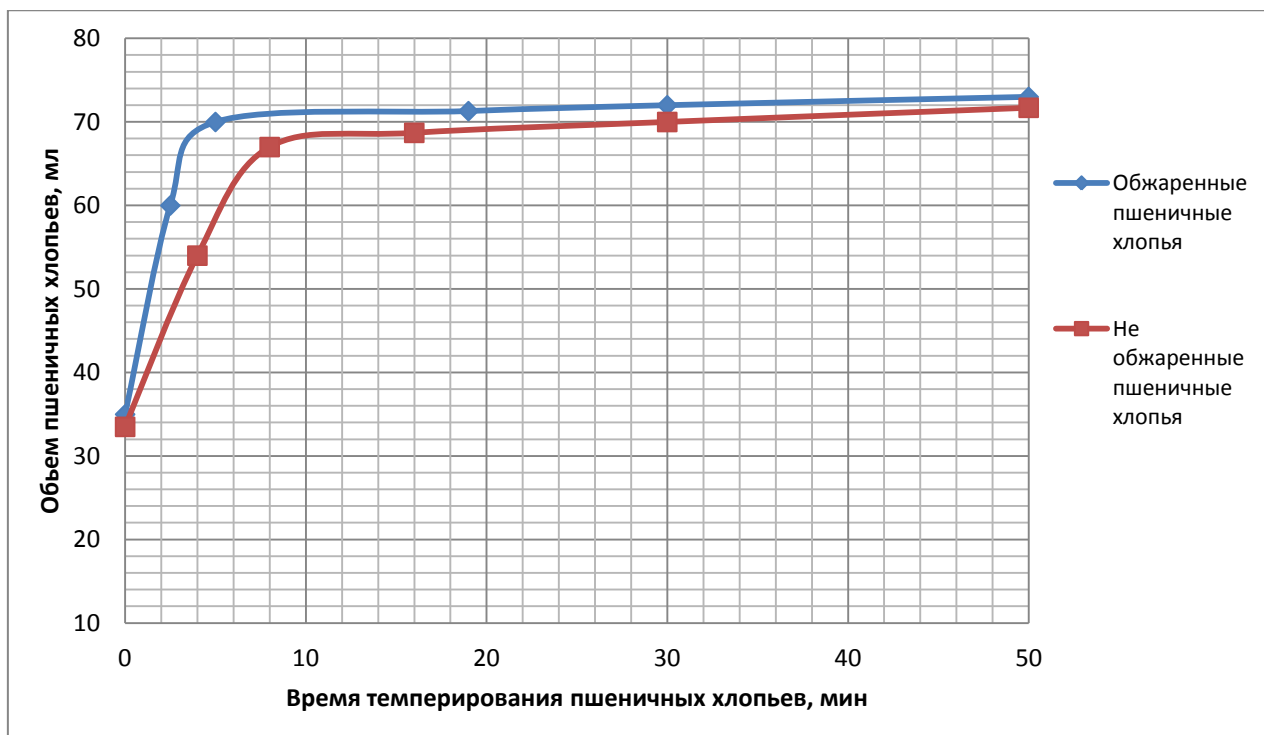


Рис. 3.9.2.1- Изменение набухания пшеничных хлопьев до и после обжарки под воздействием интенсивного инфракрасного излучения.

Графики на рисунке 3.9.2.1. показывают, что после обжарки пшеничные хлопья достигают наибольшего набухания (водопоглощения) гораздо быстрее, чем не обжаренные. Это свойство обусловлено более легкой и пористой структурой хлопьев после процесса обжарки, жидкость легко проникает в глубь продукта, что способствует значительному сокращению времени доведения продукта до готовности.

3.10. Качественная характеристика пшеничных хлопьев готовых к употреблению

Известно, что термическая и гидротермическая обработка приводит к различным изменениям биохимических свойств зерна и продуктов его переработки, а также к повышению питательной ценности получаемых продуктов [90].

Продукты переработки пшеницы на 63 - 68% состоят из крахмала, поэтому наибольшее значение в формировании качества готового продукта являются модификации углеводного комплекса зерна пшеницы [114].

В результате термической обработки и механического воздействия происходят изменения углеводного комплекса, в частности, в хлопьях повышается содержание водорастворимых веществ, в основном, за счет декстринов (Рис. 3.10.1.).

Декстринизация крахмала может быть проведена разными методами: обработка кислотой, ферментами, нагреванием, а также при комбинировании любых из этих средств. В отличие от клейстеризации процесс декстринизации крахмала характеризуется незначительным набуханием его гранул и большим или меньшим их разрушением в зависимости от режима термообработки. При декстринизации крахмала изменяются его физико-химические свойства, повышается содержание водорастворимых веществ [90, 114].

При клейстеризации и декстринизации крахмала происходит уменьшение его содержания и молекулярной массы. Конечным продуктом гидролиза крахмала является мальтоза.

Качественные характеристики полученных пшеничных хлопьев и исходной пшеничной крупы представлены на рисунке 3.10.1.

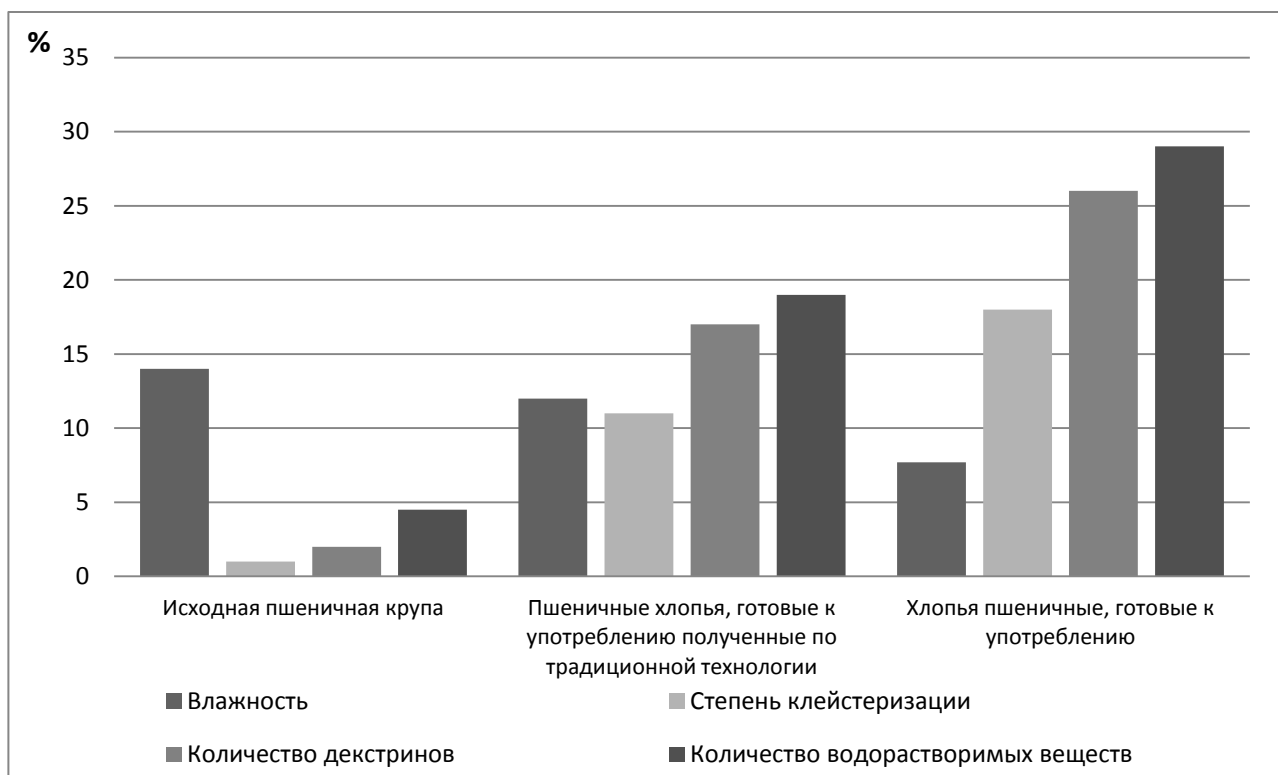


Рисунок 3.10.1 - Качественные характеристики полученных пшеничных хлопьев и исходной пшеничной крупы

Анализ результатов проведенных исследований показывает, что проведенная технологическая обработка пшеничной крупы способствует протеканию различных модификаций углеводного комплекса пшеничной крупы в полном объеме.

Степень клейстеризации крахмала у пшеничных хлопьев, полученных по описанной технологии, составляет 18,5%, после обжаривания, что на 10% больше чем у пшеничных хлопьев быстрого приготовления, полученных по традиционной технологии, и в 10 раз превышает их количество в исходной пшеничной крупе. Также увеличивается количество декстринов с 17 % у хлопьев готовых к употреблению, до 26% у полученных пшеничных хлопьев. Данные изменения структуры крахмала повышают его атакуемость амилолитическими ферментами.

Содержание водорастворимых веществ увеличивается в 5 раз по сравнению с исходной крупой, и в 1,5 раза по сравнению с хлопьями быстрого приготовления, полученными по традиционной технологии, что повышает усвояемость готового продукта.

Следует отметить, что пшеничные хлопья, готовые к употреблению имеют низкую влажность 6-7%, что гораздо ниже, чем у пшеничной крупы и хлопьев быстрого приготовления. Это обеспечивает высокую питательную ценность, а так же длительный срок хранения.

Таблица 3.10.1 - Сравнительная характеристика потребительских достоинств полученного продукта

	Показатели			
	Влажность, %	Органолептические показатели		
		Цвет	Запах	Вкус, консистенция
Хлопья пшеничные, полученные по традиционной технологии	10-12	Светлый бежевый, равномерный	Характерный аромат пшеницы	Хрустящие хлопья, вкус соответствующий данному виду продуктов
Хлопья пшеничные обжаренные	6-7	Золотистый со светло-коричневыми вкраплениями	Обладает приятным ароматом орехов	Хрустящие хлопья, вкус приятный сладковатый, с привкусом топленого молока

Проведенные исследования позволили разработать технологию производства пшеничных хлопьев, готовых к употреблению, с высокими качественными и органолептическими показателями. Обжарка дает возможность получить легкоусвояемый продукт с нежной хрустящей консистенцией и приятным ароматом. Наличие в хлопьях из пшеницы алеиронового слоя и большого количества периферийных оболочек придает продукту диетические свойства и функциональное назначение.

3.11. Изменение кислотности пшеничных хлопьев, готовых к употреблению в процессе длительного хранения

Кислотность зерна, крупы и хлопьев является важным показателем их качества. Она может служить показателем свежести зерна и продуктов из него, поскольку с увеличением времени хранения кислотность, как правило, повышается.

Влаготермомеханическая обработка крупяного сырья вызывает инактивацию липазы и липоксигеназы, что в значительной степени

предупреждает гидролиз жира и образование веществ, придающих готовым продуктам прогорклый запах и вкус.

Исследования проводили на образцах готового продукта, пшеничных хлопьев готовых к употреблению, хранящихся в течение 24 месяцев, упакованных в бумагу в комнатных условиях.

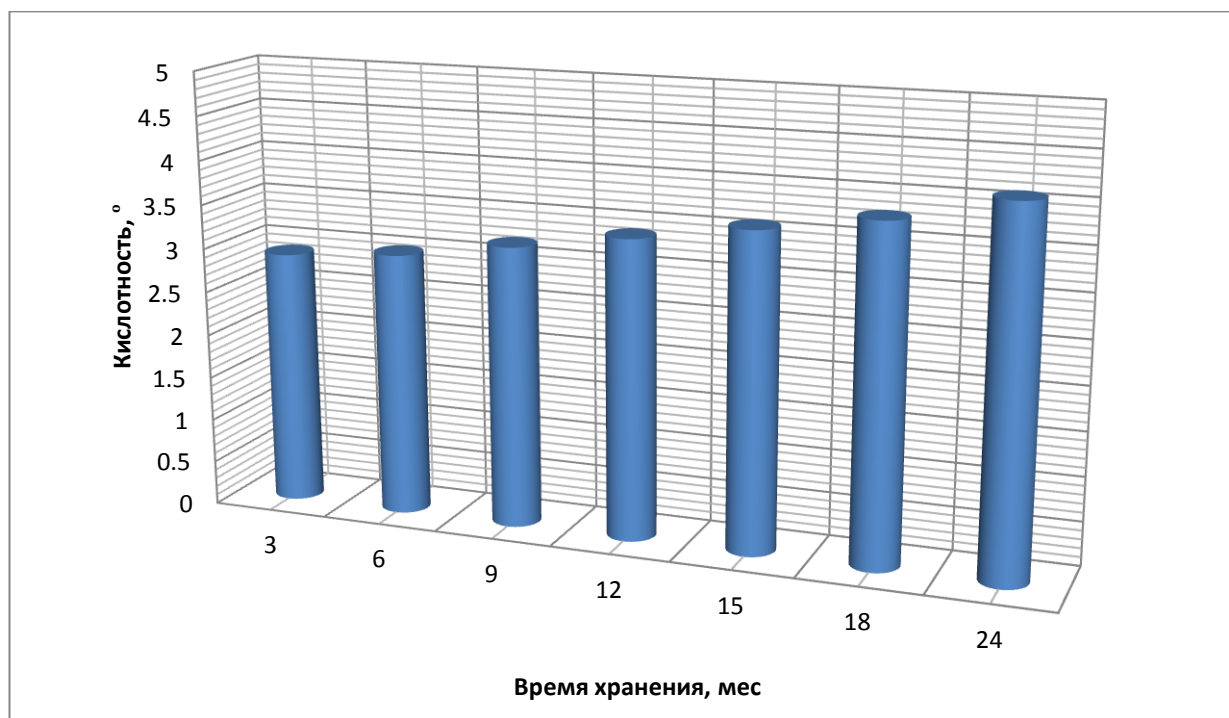


Рис.3.11.1 - Изменение кислотности при хранении пшеничных хлопьев готовых к употреблению

Диаграмма на рис. 3.11.1 кислотность пшеничных хлопьев меняется на протяжении всего срока хранения незначительно, увеличивается на 1,2°.

По результатам проведенных исследований разработаны и утверждены Технические условия ТУ 9294-001-18376415-14 "Крупу пшеничную быстрого приготовления, хлопья пшеничные не требующие варки и хлопья пшеничные готовые к употреблению" (Приложение 1).

Продукты из пшеницы в виде хлопьев, полученные на основе данной технологии обладают диетическими и функциональными свойствами протекторными свойствами, адсорбируют и выводят из организма за счет высокого содержания пищевых волокон и глубоких модификаций содержащегося крахмала, вредные вещества, такие как тяжелые металлы, радионуклеиды и другие нежелательные вещества.

Глава 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Резюме

Целью данной работы является разработка энергосберегающей технологии производства пшеничных хлопьев, готовых к употреблению.

Данная продукция используется для производства готовых зерновых завтраков, в качестве одного из компонентов для продуктов типа «мюсли» и в домашней кулинарии для приготовления гарниров.

При традиционном способе производства на влаготепловую (варку, сушку), механическую обработку (плющение) круп а так же обжарку полученных хлопьев приходится значительные энергозатраты и время при их производстве. Варят крупы острым паром с добавлением воды в герметически закрытых аппаратах. Повышенная влажность, температура и длительность варки на этой стадии производства пищевых концентратов снижают потребительские свойства продукта. Готовые блюда приобретают повышенную вязкость. В результате жестких режимов ГТО, используемых в традиционной технологии, возникают нежелательные явления. Образуются темноокрашенные соединения сахаров с белковыми веществами - меланоидины, снижающие пищевую ценность продукта. Изменение коллоидно – химических веществ вызывает слипаемость крупы, что затрудняет процесс сушки. Гидролиз жира, которому способствует высокая влажность, температура и герметичность варочных котлов, приводит к образованию пероксидов, которые распадаются на альдегиды, кетоны и другие вещества, придающие готовому продукту характерный привкус и запах окислившихся жиров.

Обжарка полученных хлопьев, в обжарочных аппаратах, весьма трудоемкий и энергозатратный процесс.

Инфракрасная техника и технологии позволяют проводить тепловые процессы воднотепловой обработки круп а так же обжарки получаемых хлопьев на более высоком энергетическом уровне, используя известные преимущества радиационного (инфракрасного) энергоподвода: возможность

подвести к обрабатываемым крупам энергию в 10-50 раз большую, чем при кондуктивном и конвективном энергоподводе, тем самым сократить время обработки; однородно обработать слой крупы толщиной 4-7 мм; вызвать перестройку молекулярной цепи и изменение ориентации отдельных групп атомов в молекулах биологического материала; обеспечить экологическую, безопасность и простоту регулирования процесса обработки.

Крупяные продукты приобретают дополнительные положительные качества функционального и специализированного назначения. Они обеспечивают нормальное функционирование желудочно-кишечного тракта, улучшают моторику кишечника, связывают желчные соли и жирные кислоты, нормализуют состав микрофлоры и благодаря увеличению части перевариваемой клетчатки обладают повышенной энергетической ценностью.

Под действием инфракрасных лучей крупа вспучивается и лопается, ее активная поверхность увеличивается, что позволяет затрачивать на варку крупы совсем немного времени. Крупа приобретает приятный вкус и запах. Благодаря короткому времени обработки практически не изменяется аминокислотный состав и содержание протеина в сухом веществе, почти полностью сохраняется витаминный комплекс. Часть крахмала, содержащегося в крупе, переходит в декстрины, которые легко усваиваются человеком, происходит легкая денатурация белка, разрушаются токсические вещества.

Получаемый продукт обладает достаточно высокой пищевой ценностью, микробиологической чистотой, улучшенными потребительскими свойствами, что позволит ему при хорошей рекламе успешно конкурировать на рынке.

4.2. Характеристика пищевконцентратной отрасли

Вырабатывать пищевые концентраты люди научились очень давно. С незапамятных времен некоторые народности готовили сушеные мясной фарш, рыбную муку. Однако промышленное производство пищевых концентратов возникло лишь в 80-х-годах прошлого столетия, когда во Франции и Германии

стали выпускать сухие супы из бобовых культур и вермишели. Во время первой мировой войны (1914—1918) пищевые концентраты широко применяли в рационе питания немецкой, английской и французской армий. Первоначально эти концентраты были нестойкими. Жиры, входящие в их состав, быстро прогоркали. И только после того, как начали уделять серьезное внимание санитарной культуре производства, а также совершенствованию технологии изготовления, появились условия для выработки пищевых концентратов, стойких к длительному хранению.

Идея изготовления пищевых концентратов в нашей стране появилась еще в XVIII в. Основоположником технологии изготовления пищевых концентратов следует считать основателя Харьковского университета В. Н. Карамзина. В 1800 г. он предложил сушить продукты животного и растительного происхождения и сконструировал для этих целей первый аппарат, работавший по принципу конвективной сушки, с нагреванием воздуха водяным паром, т. е. по принципу, который и в настоящее время при сушке пищевых продуктов является основным [9, 28].

Пищевые концентраты занимают важное место на потребительском рынке. Они имеют целый ряд особенностей, которые выгодно отличают их от других пищевых продуктов. Они освобождены от значительной части воды, содержащейся в обычных продуктах, в связи с чем имеют незначительные объем и массу, высокую концентрацию питательных веществ. Низкая влажность концентратов и разрушение в процессе производства ферментных систем сырья благоприятствуют долгому хранению их без потери качества. В процессе производства концентратов входящие в их состав продукты подвергаются интенсивной механической и тепловой обработке. Благодаря происходящим при этом процессам все вещества претерпевают изменения, способствующие повышению их пищевой ценности.

Пищевые концентраты предназначены для приготовления пищи в особых условиях (в экспедициях, туристических походах, во время полетов в космос, в

армии и т.п.). В последние годы некоторые виды пищевых концентратов относят к снэкам (готовая пища, употребляемая на ходу), которые пользуются большой популярностью у всех слоев населения.

Пищевые концентраты представляют собой механические смеси разного сырья, предварительно подвергнутого обработке и затем смешанного по заранее разработанной рецептуре.

Основным направлением развития отрасли является производство пищевых концентратов:

- ♦ общего назначения с высокими потребительскими свойствами (в том числе быстрого приготовления в упаковке разового использования);
- ♦ с применением круп, не требующих варки для первых и вторых обеденных блюд, завтраков;
- ♦ для лечебно-профилактического питания, направленного на предотвращение профессиональных заболеваний и на восполнение энергозатрат (продукты для спортсменов, спасателей и т.п.);
- ♦ новых видов продуктов, рационов и систем питания экипажей орбитальных космических станций и для Вооруженных Сил [58].

В целях развития отрасли разработаны меры, направленные на повышение технического уровня (первооружение, реконструкцию цехов) и внедрение новых видов тары и упаковки для улучшения внешнего вида продукции.

Высокое качество пищевых концентратов должно обеспечиваться таким подбором сырья, способами и режимами его технологической переработки, которые позволяют в максимальной степени сохранить биологически активные вещества.

4.3. Маркетинговые исследования продукции

Маркетинг служит для того, чтобы требуемая рынком продукция по оптимальным ценам через соответствующих продавцов доходила до покупателей, которые в ней нуждаются.

4.3.1. Оценка рынка сбыта

В настоящее время на рынке пищевого концентрата преобладают импортные товары, которые пользуются достаточно большим спросом у населения. Однако в существующих условиях рыночной экономики для сокращения вывоза капиталов из страны был принят новый порядок оплаты импортных товаров и повышения цен на них. В результате этого произошло снижение конкуренции на рынке, что позволило отечественной продукции занять на рынке пищевых концентратов свою нишу.

К тому же уровень конкурентоспособности отечественной продукции ниже, чем импортной, в связи со значительным физическим и моральным износом оборудования. Предприятия отрасли на 43 % оснащены импортными машинами и аппаратами, на которых производится до 80 % отечественной товарной продукции. Требуется значительное обновление технической базы за счет оборудования российского производства, и внедрение новых технологий, что повысит качество, увеличит объем ее производства и снизит ее стоимость [52].

Внедрение данной научной разработки позволит потребителю затрачивать меньше времени на приготовление блюда, получить необходимые питательные вещества и витамины, сохраняющиеся при предложенном способе обработки, а предприятие сможет снизить себестоимость продукции.

4.3.2. Характеристика продукции и оценка ее конкурентоспособности

Анализируемый продукт представляет собой пшеничные хлопья, готовые к употреблению, являющиеся одним из основных компонентов при производстве готовых завтраков (табл. 4.3.2.1.).

Таблица 4.3.2.1. Характеристика продукции

Наименование показателей, определяющих уровень конкурентоспособности продукции	Значимость показателя в оценке товара в целом (a_i)	Величина показателей		
		«Идеального» товара (P_{100})	Пшеничных хлопьев, готовых к употреблению произведенных по инфракрасной технологии (P_i)	Пшеничных хлопьев, готовых к употреблению, произведенной по традиционной технологии (P_{i1})
содержание питательных веществ	0,4	5	5	3
быстрота приготовления	0,6	5	5	3,5
срок хранения	0,5	5	5	4
вкус	0,9	5	5	4
запах	0,7	5	5	4
цена	0,9	5	4	4

Единичные показатели конкурентоспособности:

$$q_i = P_i : P_{100}$$

$$q_{i1} = P_{i1} : P_{100}$$

$$q_1 = 1$$

$$q_{11} = 0,6$$

$$q_2 = 1$$

$$q_{21} = 0,7$$

$$q_3 = 1$$

$$q_{31} = 0,8$$

$$q_4 = 1$$

$$q_{41} = 0,8$$

$$q_5 = 1$$

$$q_{51} = 0,8$$

$$q_6 = 0,8$$

$$q_{61} = 0,8$$

Обобщающий показатель конкурентоспособности продукции К с учетом значимости каждого единичного показателя в оценке продукции в целом:

$$K = 1 \cdot 0,4 + 1 \cdot 0,6 + 1 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,9 + 1 \cdot 0,7 + 0,8 \cdot 0,9 = 3,66$$

$$K_1 = 0,6 \cdot 0,4 + 0,7 \cdot 0,6 + 0,8 \cdot 0,5 + 0,8 \cdot 0,9 + 0,8 \cdot 0,7 + 0,8 \cdot 0,9 = 3,06$$

Показатель конкурентоспособности продукции по отношению к продукту, изготовленному по традиционной технологии:

$$K_k = K : K_1 = 3,66 : 3,4 = 1,20$$

Так как $K_k > 1$, то продукция, производимая по предлагаемой технологии, обладает высокой конкурентоспособностью по отношению к продукту, изготовленному по традиционной технологии.

4.4. Расчет капитальных затрат

Расчет представлен для арендуемого цеха по производству пшеничных хлопьев, готовых к употреблению, изготовленных с использованием традиционной и инфракрасной технологий. Выход продукта составляет 95% по отношению к массе поступающего сырья. Сырьем для производства служит Сырьем, для производства, служит крупа пшеничная 1 сорта для пшеничных хлопьев по традиционной технологии, и зерно пшеницы мягкой белозерной III-IV типа для производства по технологии с использованием инфракрасного излучения.

4.4.1. Расчет годового фонда рабочего времени

Таблица 4.4.1.1. Годовой фонд рабочего времени

Показатели	Кол-во дней	1 квартал			2 квартал			3 квартал			4 квартал		
		1 мес.	2 мес.	3 мес.	1 мес.	2 мес.	3 мес.	1 мес.	2 мес.	3 мес.	1 мес.	2 мес.	3 мес.
Количество дней	365	31	28	31	30	31	31	31	31	30	31	30	31
Нерабочие, праздничные дни	16	8	-	1	-	5	1	-	-	-	-	1	-
Выходные дни	124	6	8	10	8	8	10	8	31	9	8	9	9
Итого:													
Нерабочих дней	140	14	8	11	8	13	11	8	31	9	8	10	9
Рабочих дней	225	17	20	20	22	18	21	23	0	21	23	20	22

С 1.08.2013 по 31.08.2013 капитальный ремонт цеха. Цех работает по 5-ти дневной рабочей неделе в две смены по 8 часов каждая. Предусмотрена санитарная обработка оборудования и уборка – 0,5 ч в смену.

Годовой фонд рабочего времени составляет 225 дней.

4.4.2. Количество выработанной продукции

Таблица 4.4.2.1. Количество выработанной продукции

Наименование вида изделия	Количество		Выработка продукции			
	смен в сутки	рабочих суток в год	в час, т	в смену, т	в сутки, т	годовая, т
Хлопья пшеничные, готовые к употреблению, произведенные по традиционной технологии	2	225	0,5	3,75	7,5	1687,5
Хлопья пшеничные, готовые к употреблению, произведенные по инфракрасной технологии	2	225	0,5	3,75	7,5	1687,5

4.4.3. Аренда помещения

Таблица 4.4.3.1. Стоимость аренды помещения

Наименование технологии	Площадь цеха, м ²	Стоимость аренды 1 м ² за год, руб	Стоимость аренды всего цеха за год, руб	Амортизационные отчисления, руб/год
Традиционная технология	300	3500	1050000	25200
Инфракрасная технология	100	3500	350000	8400

Амортизационные отчисления составляют 2,4% от стоимости аренды цеха

4.4.4. Стоимость оборудования по оптовым ценам для традиционной технологии

Таблица 4.4.4.1. Стоимость оборудования по оптовым ценам для традиционной технологии

№	Наименование, марка оборудования	Количество	Стоимость единицы оборудования, руб	Общая стоимость, руб
1	2	3	4	5
1	Бункер загрузочный	1	10 000	10 000
2	Транспортер шнековый ЛПК-ТШ 150-100	4	227 000	908 000
3	Зерновой сепаратор СЗГ-0,7	1	135 000	135 000
4	Магнитная установка	1	31 000	31 000
5	Бункер промежуточный	2	50 000	100 000
6	Нория НЗ-1	1	90 000	90 000
7	Бункер с дозатором	2	37 000	74 000
8	Моечная машина А1-БМГ	1	300 000	300 000
9	Пропариватель шнековый А9-БПБ	2	450 000	900 000
10	Дозатор продукта шнековый ЛПК-Д.03.00.000 с электронным блоком	1	54 000	54 000
11	Дозатор для воды МЕГА-ДЖВ	1	29 000	29 000
12	Варочный аппарат ПЗ-3	1	1100000	1 100 000

13	Дозатор для дополнительных компонентов	1	25 000	25 000
14	Сушилка Г4-КСК-15	2	900 000	1 800 000
15	Станок плющильный ЯЗ.1.226.00.000	1	700 000	700 000
16	Сушилка Г4-КСК-30	1	700 000	700 000
17	Обжарочная печь ПГ-150М	1	1 500 000	1 500 000
18	Транспортер ленточный ЛПК-Э.02.00.000-00	3	140 000	420 000
19	Просеиватель	1	40 000	40 000
20	Дробилка	1	59 000	59 000
21	Бункер готовой продукции	1	85 000	85 000
22	Линия фасовки	1	400 000	400 000
23	Система аспирации	1	570 000	570 000
24	Электропарогенератор	2	225 000	450 000
	Итого:			10 480 000

Амортизационные отчисления составляют 10% от стоимости (оборудования – затраты на аренду).

Амортизационные отчисления = $(10\,480\,000 - 1\,050\,000) \cdot 0,1 = 943\,000$ руб

4.4.5. Стоимость оборудования по оптовым ценам для инфракрасной технологии

Таблица 4.4.5.1. Стоимость оборудования по оптовым ценам для инфракрасной технологии

№	Наименование, марка оборудования	Количество	Стоимость единицы оборудования, руб	Общая стоимость, руб
1	2	3	4	5
1	Бункер загрузочный	1	10 000	10 000
2	Шелушильная машина А1-ЗШН	1	330 000	330 000
3	Моечная машина А1- БМГ	1	300 000	300 000
4	Транспортер ленточный ЛПК-Э.02.00.000-01 L=5200 мм с гофробортами	1	190 000	190 000
5	Сепаратор гравитационный СЗГ-0,7	2	135 000	270 000
6	Транспортер ленточный ЛПК-Э.02.00.000-02 с гофробортами	1	160 000	160 000
7	Бункер промежуточный с датчиками уровня	1	37 000	37 000
8	Дозатор продукта шнековый ЛПК-Д.03.00.000 с электронным блоком	1	54 000	54 000
9	Транспортер шнековый ЛПК-ТШ 150-100	4	210 000	840 000
10	Установка термообработки зерна УТЗ-4Ш	4	470 000	1 880 000

11	Бункер темперирующий	2	30 000	60 000
12	Дозатор продукта шнековый ЛПК- Д.03.00.000 с электронным блоком	2	55 000	110 000
13	Транспортер шнековый ЛПК-ТШ 150-100 (темперирующий)	1	205 000	205 000
14	Бункер темперирующий	1	32 000	32 000
15	Дозатор продукта шнековый ЛПК- Д.03.00.000 с электронным блоком	1	55 000	55 000
16	Колонка магнитная	2	31 000	62 000
17	Станок плющильный ЯЗ.1.226.00.00	1	670 000	670 000
18	Транспортер ленточный ЛПК-Э.02.00.000-03 с гофробортами	1	156 000	156 000
19	Охладитель АОП-1 с вентилятором в.д. №5	1	400 000	400 000
20	Аспиратор РЗ-БСД	1	180 000	180 000
21	Система управления и электропитания, включая кабельную продукцию и короба	1	300 000	300 000
22	Система аспирации (циклон, вентилятор, воздуховоды, зонты вытяжные)	2	310 000	620 000
	Итого:			7 371 000

Амортизационные отчисления составляют 10% от стоимости
(оборудования – затраты на аренду).

Амортизационные отчисления = $(7\,371\,000 - 350\,000) \cdot 0,1 = 702\,100$ руб

4.4.6. Расчет затрат на комплектацию, транспортировку, монтаж оборудования, тару и упаковку, запасные части и заготовительные расходы

Таблица 4.4.6.1. Стоимость затрат на комплектацию, транспортировку, монтаж оборудования, тару и упаковку, запасные части и заготовительные расходы

Наименование затрат	Величина, тыс. руб	
	Традиционная технология	Инфракрасная технология
Комплектация оборудования	1781,6	1253,07
Запасные части	314,4	221,13
Тара и упаковка оборудования	747,46	458,21
Транспорт	577,09	402,52
Заготовительно-складские расходы	145,43	96,60
Монтаж оборудования	2096,0	1474,2

Затраты на комплектацию оборудования составляют 17% от стоимости оборудования.

Затраты на запасные части составляют 3% от стоимости оборудования.

Затраты на тару и упаковку оборудования составляют 5% от стоимости оборудования и расходов на заработную плату.

Затраты на транспортировку оборудования составляют 5% от стоимости оборудования, запасных частей и затрат на тару и упаковку.

Затраты на заготовительно-складские расходы составляют 1,2% от стоимости оборудования, запасных частей, затрат на тару, упаковку и транспортировку.

Затраты на монтаж оборудования составляют 20% от стоимости оборудования.

4.4.7. Всего капитальных затрат

Капитальные затраты = стоимость аренды цеха + стоимость оборудования + стоимость комплектации оборудования + стоимость запасных частей + стоимость тары и упаковки + стоимость транспортировки + стоимость заготовительно-складских расходов + стоимость монтажа оборудования

Капитальные затраты для традиционной технологии = 1 050 + 10480 + 1781,6 + 314,4 + 747,46 + 577,09 + 145,43 + 2096,0 = 17 191,98 тыс. руб.

Капитальные затраты для инфракрасной технологии = 350 + 7371 + 1253,07 + 221,13 + 458,21 + 402,52 + 96,60 + 1474,2 = 11 626,73 тыс. руб.

4.5. Расчет текущих затрат

4.5.1. Расчет стоимости сырья

Таблица 4.5.1.1. Стоимость сырья

Наименование	Норма расхода на 1т продукции, кг	Цена за 1 кг сырья, руб.	Стоимость сырья на 1т продукции, руб.	Затраты на весь объем производства, тыс.руб.
Традиционная технология				
Зерно пшеницы, 1 сорт	1050	15	15750	26578,13
Фосфатиды	2	42	84	141,75
Итого				26719,88
Инфракрасная технология				
Крупа гречневая ядрица, 1 сорт	1050	9	9450	15946,88

4.5.2. Расчет стоимости вспомогательных материалов

Таблица 4.5.2.1. Стоимость вспомогательных материалов

Наименование	Норма расхода на 1т продукции, шт	Цена за 1 шт, руб.	Стоимость на 1т продукции, руб.	Затраты на весь объем производства, тыс.руб.
Картонная коробка	1000	5	5000	18625,5

4.5.3. Расчет стоимости электроэнергии

Таблица 4.5.3.1. Стоимость электроэнергии

№	Наименование показателей	Единица измерения	Величина	
			Традиционная технология	Инфракрасная технология
1	Годовой выпуск продукции	Т	1687,5	1687,5
2	Норма расхода электроэнергии на 1т продукции	кВт	810	500
3	Тариф 1 кВт	руб	4,02	4,02
4	Стоимость электроэнергии на 1т продукции	руб	3256,2	2010
5	Потребность в электроэнергии на весь выпуск продукции	кВт	1366875	843750
6	Общая стоимость электроэнергии	тыс. руб	5494,84	3391,88

4.5.4. Расчет стоимости воды

Таблица 4.5.4.1. Стоимость воды

Наименование операции	Норма расхода на 1 т продукции, м ³	Цена за 1 м ³ , руб.	Стоимость воды на 1 т продукции, руб.	Затраты на весь объем производства, руб.
Традиционная технология				
Мойка	1	18,2	18,2	30712,5
Варка	0,145	18,2	2,639	4453,3
Выработка пара	0,86	18,2	15,652	26412,75
Водоотведение	2,005	12,8	25,664	43308
Итого			62,155	104886,55
Инфракрасная технология				
Увлажнение	0,02	18,2	0,364	614,3
Водоотведение	0,04	12,8	0,512	864
Итого			0,876	1478,3

4.5.5. Расчет фонда заработной платы

Годовой фонд заработной платы рабочим рассчитывается по часовым тарифным ставкам, другим категориям работников – по окладам. Премии и прочие доплаты принимаются в размере 30 % в заработной плате по тарифным ставкам. Фонд дополнительной заработной платы принимается от фонда основной заработной платы в следующих размерах: для рабочих – 7 %, для других категорий – 8 %.

Таблица 4.5.5.1. План по труду и заработной плате для производства продукции по традиционной технологии

Профессия	Числен- ность, чел.		Тарифн ая ставка, руб.		Годовой фонд рабочего времени		Годовой фонд заработной платы, тыс. руб.			
	в смену	штатная	часовая	месячная	ч	мес	по тарифным ставкам	премии из ФЗП и прочие доплаты	дополнительная ЗП	итого на 1 человека
Технолог	1	2	-	22 00 0	-	12	264	79,2	24,02	367,22
Оператор подготовитель- ного отделения	2	6	40	-	1800	-	72,32	21,70	6,58	100,6
Оператор теплового оборудования	2	6	42	-	1800	-	75,94	22,78	6,91	105,63
Оператор сушильного оборудования	2	6	40	-	1800	-	72,32	21,70	6,58	100,6
Оператор плющильного оборудования	1	3	39	-	1800	-	70,51	21,15	6,42	98,08
Оператор упаковочной линии	1	3	37	-	1800	-	66,90	20,07	6,09	93,06
Обслуживаю- щий персонал	5	15	35	-	1800	-	63,28	18,98	5,76	88,02
Итого на всех рабочих										4469,14

Зарплата персонала на 1 т продукции составляет 2648,38 руб.

Таблица 4.5.5.2. План по труду и заработной плате для производства продукции по инфракрасной технологии

Профессия	Численность, чел.		Тарифная ставка, руб.		Годовой фонд рабочего времени		Годовой фонд заработной платы, тыс. руб.			
	в смену	штатная	часовая	месячная	ч	мес	по тарифным ставкам	и прочие доплаты	дополнительная ЗП	итого на 1 человека
Технолог	1	2	-	22000	-	12	264	79,2	24,02	367,22
Оператор подготовительного отделения	1	3	40	-	1800	-	72,32	21,70	6,58	100,6
Оператор теплового оборудования	1	3	42	-	1800	-	75,94	22,78	6,91	105,63
Оператор упаковочной линии	1	3	37	-	1800	-	66,90	20,07	6,09	93,06
Обслуживающий персонал	2	6	35	-	1800	-	63,28	18,98	5,76	88,02
Итого на всех рабочих										1793,21

Зарплата персонала на 1 т продукции составляет 1062,64 руб

4.5.6. Расчет себестоимости продукции

При выполнении расчетов плана по себестоимости продукции учет затрат ведется по статьям калькуляции в соответствии с отраслевыми инструкциями.

Таблица 4.5.6.1. Себестоимость продукции

Наименование статей затрат	Себестоимость 1 т продукции, руб.		Затраты на весь объем производства, тыс.руб.	
	Традиционная технология	Инфракрасная технология	Традиционная технология	Инфракрасная технология
Сырье	15750	9450	26719,88	15946,88
Вспомогательные материалы	5000	5000	15946,88	15946,88
Электроэнергия на технологические нужды	3256,2	2010	5494,84	3391,88
Вода на технологические нужды	62,155	0,876	104,89	1,478
Заработная плата производственных рабочих	2648,38	1062,64	4469,14	1793,21
Единый социальный налог	900,45	361,30	1519,51	609,69
Общепроизводственные расходы	1324,19	531,15	2234,6	806,94
Общехозяйственные расходы	1582	637,58	2681,5	1075,92
Прочие затраты	132,42	53,9	223,5	89,66
Производственная себестоимость	30655,8	19107,45	59394,74	39662,54
Коммерческие расходы	2145,91	1337,52	4157,63	2776,38
Полная себестоимость	32801,71	20444,97	63552,37	42438,92

4.5.7. Расчет экономической эффективности

Средняя оптовая цена 1 кг пшеничных хлопьев составляет 58 рублей.

Цена 1 т продукции (без учета НДС) = $58 \cdot 1000 = 58$ тыс. руб.

Оптовая цена всего объема продукции = $56 \cdot 1687,5 = 94500$ тыс. руб.

Прибыль = оптовая цена – себестоимость

Чистая прибыль = прибыль – налог на прибыль (20%)

Рентабельность = (чистая прибыль / себестоимость) · 100%

Срок окупаемости = капитальные затраты / (чистая прибыль + амортизация).

Таблица 4.5.7.1. Показатели экономической эффективности

Наименование показателя	Единица измерения	Величина	
		традиционная технология	инфракрасная технология
Прибыль	тыс. руб.	30947,63	52061,08
Чистая прибыль	тыс. руб.	24758,10	41648,86
Рентабельность	%	38,96	98,14
Срок окупаемости	мес.	7,2	2,8

4.5.8. Основные технико-экономические показатели

Таблица 4.5.8.1. Основные технико-экономические показатели

№	Наименование показателей	Единица измерения	Величина	
			традиционная технология	инфракрасная технология
1	Годовой выпуск продукции:			
	• в натуральном выражении	т	1687,5	1687,5
	• в денежном выражении	тыс.руб.	94500	94500
2	Полная себестоимость продукции	тыс.руб.	63552,37	42438,92
3	Прибыль	тыс.руб.	30947,63	52061,08
4	Налоги	тыс.руб.	6189,53	10412,22
5	Чистая прибыль	тыс.руб.	24758,10	41648,86
6	Рентабельность	%	38,96	98,14
7	Затраты на 1 руб. товарной продукции	коп.	67	45
8	Численность рабочих	чел.	41	17
9	Производительность труда рабочего в год:			
	• в натуральном выражении	т	41,16	99,26
	• в денежном выражении	руб.	2304,88	5558,82
10	Годовой фонд заработной платы рабочих	тыс.руб.	4469,14	1793,21
11	Капитальные затраты	тыс.руб.	17191,98	11626,73
12	Срок окупаемости	мес.	7,2	2,8

Производительность труда рабочего в год = годовой выпуск продукции / численность рабочих.

Затраты на 1 рубль товарной продукции = себестоимость / годовой выпуск продукции (в денежном выражении).

Глава 5. ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПРОВЕРКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПШЕНИЧНЫХ ХЛОПЬЕВ ГОТОВЫХ К УПОТРЕБЛЕНИЮ

На основании разработанных технологических параметров производства крупы быстрого приготовления, хлопьев, не требующих варки и хлопьев, готовых к употреблению из пшеницы, были разработаны технология производства крупы быстрого приготовления, хлопьев, не требующих варки и хлопьев, готовых к употреблению из зерна пшеницы и исходные требования к техническому заданию на линию производства крупы быстрого приготовления, хлопьев, не требующих варки и хлопьев, готовых к употреблению из зерна пшеницы мощностью 400 – 500 кг/ч с использованием инфракрасного энергоподвода. Документы были переданы в ООО «ПК Старт» для разработки конструкторской документации на линию и ее изготовление (приложение 1).

После передачи вышеназванных документов был обеспечен авторский надзор за проектированием, изготовлением и монтажом опытно-промышленного образца линии.

Принципиальная схема технологического процесса получения крупы быстрого приготовления и хлопьев, не требующих варки, представлена на рис. 10.1 .

Процесс осуществляется следующим образом. Исходная крупа растаривается из мешков, подается через магнитную колонку на камнеотделительную машину, освобождается от металлических и минеральных примесей, и поступает в накопительный бункер. Из него подготовленная крупа поступает в зерношлифовальную машину, где с нее снимается определенное количество плодовых и семенных оболочек, после чего ошелушенная таким образом пшеничная крупа проходит очистку проходя через электромагнитный рассев и аспирационную колонку. Далее пшеничная крупа поступает через шнек в зерномоечную машину, где происходит ее увлажнение до необходимой влажности. После увлажнения пшеничная крупа ссыпается в бункер-питатель установки для термообработки. Дозирующее устройство бункера-питателя

раскладывает крупу на металлическую сетку транспортера с необходимой геометрией и подовым наполнением.

Крупа обрабатывается инфракрасным излучением согласно технологической инструкции. Часть влаги, испаряясь с поверхности, охлаждает и предотвращает ее перегрев. Остальная влага из оболочки перемещается внутрь, нагревается вместе с сухим веществом крупы, превращается в пар, который разрушает её структуру. Нагретая до необходимой температуры крупа ссыпается в теплоизолированный бункер, где выдерживается при постоянной температуре и атмосферном давлении 6-8 минут и подается через термоизолированный шнек. Пропаренная крупа поступает в охладитель (крупа быстрого приготовления). Для получения хлопьев крупа отлёживается в надплющильном бункере, после чего плющится и охлаждается.

Опытно-промышленный образец линии производства круп быстрого приготовления и хлопьев, не требующих варки, представлен на рис. 10.2.

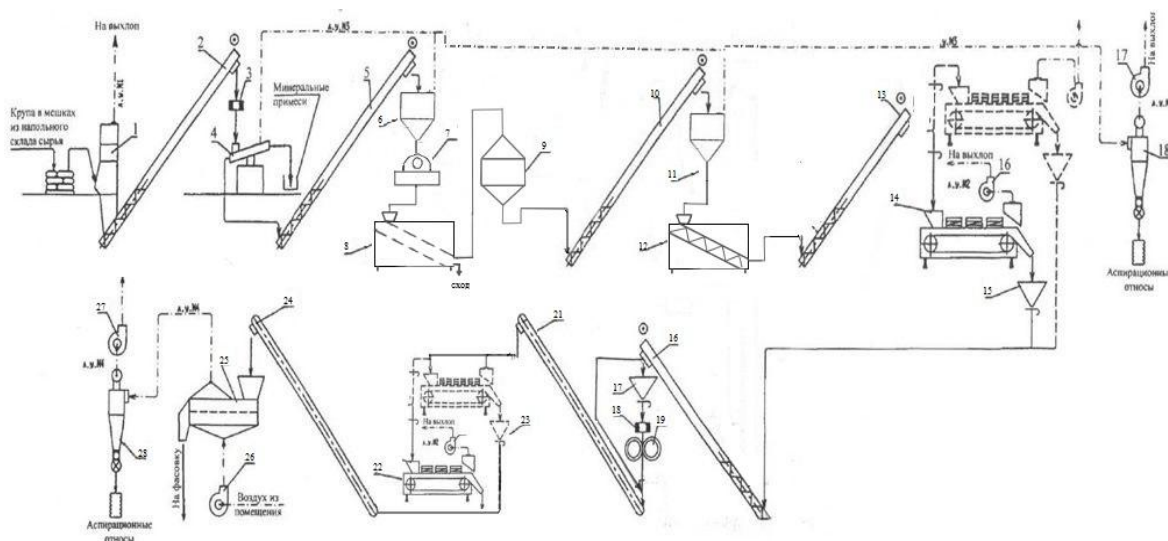


Рисунок 5.1. Схема технологического процесса получения круп быстрого приготовления и хлопьев, не требующих варки:

- 1 – пылеулавливатель, 2 – конвейер винтовой, 3, 12 – магнитная колонка, 4 – камнеотделительная машина, 5 – шнековый транспортер, 6 – бункер накопительный, 7 – шнек увлажняющий, 8 – установка термообработки зерна, 9, 11 – бункер темперирующий, 10 – шнек темперирующий, 13 – станок плющильный, 14 – элеватор, 15 – охладитель, 16, 17, 18 – вентилятор, 19 –

батареяная установка циклонов, 21 – вентилятор для подачи воздуха, 22 – компрессор (водяная станция)

Данные результатов приемочных испытаний опытно-промышленного образца линии представлены в протоколе приемочных испытаний (приложение 1).

Опытно-промышленная проверка способа производства круп быстрого приготовления и хлопьев, не требующих варки, из зерна пшеницы проводилась с 9 по 13 апреля 2014 года. Зерно пшеницы (ГОСТ Р 52554-2006), в количестве 1 т, перерабатывалось на опытно-промышленном образце линии. Произведенная продукция в виде круп быстрого приготовления и хлопьев, не требующих варки, анализировалась согласно требованиям к качеству и безопасности. Проводили отбор проб для передачи их в соответствующие органы для получения санитарно-эпидемиологического заключения (приложение 1). На основании санитарно-эпидемиологических заключений технические условия на крупы быстрого приготовления и хлопья зерновые, не требующие варки, были согласованы с управлением Роспотребнадзора по г. Москве и утверждены ООО «ПК Старт» (приложение 1).

Данные результатов опытно-промышленной проверки энергосберегающей технологии производства хлопьев, готовых к употреблению из зерна пшеницы представлены в протоколе испытаний от 16 января 2014 г. (приложение 1).

ОСНОВНЫЕ ВЫВООДЫ

1. Разработана принципиально новая энергосберегающая технология производства пшеничных хлопьев, готовых к употреблению с использованием ИК-излучения, которая позволяет в 2,5 раза снизить затраты по сравнению с традиционной технологией производства готовых к употреблению зерновых хлопьев.

2. Разработаны приемы первичной механической обработки зерна пшеницы, установлено, что снятие продольных клеток плодового слоя пшеничного зерна в количестве 4,5-5,0% от массы зерна значительно улучшают органолептические показатели готового продукта, не снижая его функциональных свойств;

3. Установлены оптимальные параметры мойки пшеничной крупы, как подготовительного этапа к интенсивной тепловой обработки:

- Оптимальная влажность пшеничной крупы перед термической обработкой должна составлять 33-35%;
- Время мойки крупы с исходной влажностью 13 – 15 % для достижения ею необходимой влажности составляет 4 – 5 минут при температуре 40 °С;

4. Разработана схема и режимы тепловой обработки пшеничной крупы, которая проводилась инфракрасным излучением с плотностью лучистого потока 58 – 60 кВт/м² с последующем снижением мощности излучения и поддержанием температуры 99 – 102 °С в течении 120 с

5. Определены параметры дополнительной тепловой обработки пшеничной крупы, оптимальное время выдержки ее в термоизолированном бункере крупы составляет 6 – 8 минут при температуре 98 - 100 °С для улучшения санитарно-гигиенических, биохимических и качественных показателей;

6. Определена оптимальная толщина хлопьев при последующей механической обработке – 0,5 - 0,6 мм;

7. Выявлены режимы обжарки полученных пшеничных хлопьев до готовности с использованием инфракрасного излучения, таким образом время обжарки составляет 80 с при мощности лучистого потока 48-50 кВт/м²;

8. Определены функциональные, физико-химические и биохимические свойства, получаемых продуктов. Крупы, быстрого приготовления, хлопьев, не

требующих варки и хлопьев, готовых к употреблению, а так же и кулинарные достоинства готовых к употреблению хлопьев;

9. Опытнo-промышленная проверка показала высокую степень соответствия параметров, режимов и экспериментальных результатов разработанной технологии с реальными условиями работы линии.

10. Разработана и утверждена техническая документация на крупы быстрого приготовления и хлопья, не требующие варки (ТУ 9294-001-18376415-14).

11. Создана технологическая линия по производству пшеничной крупы, быстрого приготовления, пшеничных хлопьев, не требующих варки и пшеничных хлопьев, готовых к употреблению.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.С. № 1692519 СССР, МКИ А 23 L 1/20 Способ приготовления быстрорастворимых продуктов из зерна с высоким содержанием грубых пищевых волокон / Абрамова Ж.И., Кариева А.С, Ключева И.П. и др. - опубл. в Б.И., 1991. -№43.
2. А.С. № 1188932, МКИ А 23 L 1/10 Способ производства круп быстрого приготовления / Л.П. Ковальская, Е.А. Чистякова, В.И. Сыроедов, А.Ф.Доронин. - опубл. в Б.И., 1988. - №4.
3. Авраменко В.Н., Ельсон М.П., Заика А.А. Инфракрасные спектры пищевых продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1974. - 174с.
4. Андреев Н.Р., Карпов В.Г. Структура, химический состав и технологические признаки основных видов крахмалсодержащего сырья // Хранение и переработка сельхозсырья, 1999, № 7, С. 30-33.
5. Андреева А.А. Разработка энергосберегающей технологии производства продуктов быстрого приготовления из крупяного крахмалосодержащего сырья: дис. канд. техн. наук. – Москва. - 2010. – 146 с.
6. Анискин В.И., Стругинский Ф.А., Павлов С.А. Экспресс метод оценки качества термообработанного зерна. Междунар. выст. «Зерноприбор - 90», труды ВНИИСХ, М., 1990, с. 97-108. А
7. Ауэрман Л. Я. Технология хлебопекарного производства: Учебник. - 9-е изд.; перераб. и доп./Под общ. ред. Л.И. Пучковой. – СПб.: Профессия, 2005. - 416 с. – ISBN 5-93913-032-1.
8. Бачурская Л.Д., Гуляев В.Н. Пищевые концентраты. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 336 с.
9. Бачурская Л.Д., Гуляев В.Н., Технология пищевых концентратов. – Москва: «Пищевая промышленность», 1970.-312 с.

10. Беркутова Н.С. Швецова И.А. Технологические свойства пшеницы и качество продуктов ее переработки. – М.: Колос, 1984. – с. 223.
11. Брамсон М.А. Инфракрасное излучение нагретых тел. М.: Наука, 1965. - 222с.
12. Бутковский В.А., Мерко А.И., Мельников Е.М. Технологии зерноперерабатывающих производств. - М: Интеграф сервис, 1999. - 472с.
13. Вербина Н.М., Каптерева Ю.В. Микробиология пищевых производств - М.: Агропромиздат, 1988.-256с
14. Васильев А.Н., Будников Д.А., Результаты эксперимента нагрева зерна в СВЧ зоне, Международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве», Москва, 2008, с.253.
15. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078-01. -М.: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002. - 168с.
16. Гинзбург А. С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности. – М. : Пищевая промышленность, 1966. – 408 с.
17. Гинзбург А.С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1986, 407с.
18. Гинзбург А.С. Сушка пищевых продуктов. – М.: Пищепромиздат, 1960. – 683 с.
19. Гинзбург А.С., Громов М.А. Теплофизические свойства зерна, муки, крупы. М.: Колос, 1984. - 304с.
20. Гинзбург А.С., Дудровский В.П., Казаков Е.Д. и др. Влага в зерне. М.: Колос, 1969. - 224с.

21. Гинзбург А.С., Красников В.В. Инфракрасное излучение как метод интенсификации технологических процессов пищевых производств. В кн.: Проблемы пищевой науки и технологии. – М., 1967. – с. 28 – 33
22. Гинзбург А.С., Федутина Г.Н. Аналитическое определение коэффициента экстинкции при инфракрасном облучении обратными методами теплопроводности. В кн., МТИПП. Труды. Процессы и аппараты пищевых производств. М., 1968. - с.37-47.
23. Гинзбург М.Е. Технология крупяного производства. Учебник. М.: «Колос», 1981. - 208С А29
24. Гончарова З. Д. Влияние гидротермической обработки зерна на его структурно-механические свойства. Дис. ... к. т. н. - МТИПП, 1962. – 232 с.
25. ГОСТ 12307 66. Мука из твердой пшеницы durum. для макаронных изделий. Технические условия. - Переизд. Окт. 1995.
26. Грачев Ю.П. Математические методы планирования экспериментов. - М.: Пищевая промышленность, 1979. – 200 с. А31
27. Гуляев В.Н. Способы производства круп, не требующих варки // Консервная и овощесушильная промышленность. - 1969. - №2. – с. 1 – 3.
28. Гуляев В.Н., Кондратьев В.И., Захаренко Т.С, Роечко Т.Ф. Технология крупяных концентратов. - М.: Агропромиздат, 1989. – 200 с.
29. Гусев П.Г., Яковенко В.А., Балан Л.И. Совершенствование способа производства пищевых концентратов. // Известия ВУЗов. Пищевая технология. - № 3. – 1976. – с. 142 – 143.
30. Доронин А.Ф, Шендеров Б.А. Функциональное питание. – М.: ГРАНТЬ, 2002. – 296 с.
31. Доронин А.Ф., Залеская Е.В. Лабораторный практикум по пищевым концентратам: Учебное пособие / МТИПП – М., 1991. – 49 с.

32. Доронин А.Ф., Климова М.А. Особенности экструзионной технологии при производстве пищевых продуктов. / Вестник Университета пищевых производств / МГУПП. – М., 1997. – 20 с.
33. Доронин А.Ф., Панфилова И.А., Кирдяшкин В.В. Проблемы и перспективы использования инфракрасной технологии при производстве продуктов питания на зерновой основе. – М.: АгроНИИТЭИПП, 1997. – С. 1- 25.
34. Дудкин М.С., Черно Н.К., Казанская И.С. и др. Пищевые волокна. - К.: Урожай, 1988. - 152 с.
35. Егоров Г. А. Гидротермическая обработка зерна. – М.: Колос, 1968. – 97 с.
36. Егоров Г. А. Теория и практика ГТО зерна. Дис. ... к. т. н. – МТИПП, М, 1970. – 305 с.
37. Егоров Г. А. Технология муки. Технология крупы. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : КолосС, 2005. – 296 с.
38. Егоров Г. А., Мельников Е. М., Журавлев В. Ф. Технология и оборудование мукомольно-крупяного и комбикормового производства: учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений. – М. : Колос, 1979. – 368 с.
39. Егоров Г.А. Теория и практика ГТО зерна. Диссертация докт. техн. н- МТИПП.-М., 1970.
40. Егоров Г.А. Технологические свойства зерна. Агропромиздат.-М., 1985, 334с.
41. Егоров Г.А. Технология переработки зерна.- М.,Колос, 1977,310с.
42. Егоров Г.А., Щеголева А.И. Влагоудерживающая способность крахмала, клейковины пшеничной Изв. вузов. Пищевая технология.-Краснодар, 1980,46-48с.
43. Елькин Н.В., Абабков К.В., Мошарова И.В. Инфракрасные технологии в переработке зернового сырья при производстве продуктов питания // Агробизнес и пищевая промышленность. – 2001. – №8. – с.26-27.

44. Елькин Н.В., Мошарова И., Кирдяшкин В.В., Филатов В.В. Новая техника – новые возможности. // Хлебопродукты. – 2003. – №5. – с. 32 – 34.
45. Залесская Е.В. Влияние гидротермической обработки на технологические свойства зерна гречихи, белковый и липидный компоненты крупы: Автореф. дисс. ...канд. техн. наук. - М., 1976. – 22 с.
46. Зверев С. В., Зверева Н. С. Физические свойства зерна и продуктов его переработки. – М. : ДеЛи принт, 2007. – 176 с.
47. Зверев С. В., Зверева Н. С. Функциональные зернопродукты. – М. : ДеЛи принт, 2006. – 119 с.
48. Зверев С.В., Красников В.В., Тюрев Е.П., Термообработка зерна ИК нагревом, Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Индустрия продуктов здорового питания» часть вторая.-Москва: МГУПП, 1999.
49. Зенкова АЛ, Сахарова Н.А., Смирнова А.С. Производство овсяных хлопьев за рубежом. Экспресс-информация ЦНИИТЭИ / М-во хлебопродуктов М., 1987. Вып. 10. - 25 с. ЗЕНКОВА
50. Зенкова АЛ. Быстрорастворяющаяся ячменная крупа, - М., 1978. - 14 с. ЗЕНКОВА
51. Зерновые завтраки / Под ред. Р.Б. Фаста и Э.Ф. Колдуэлла. – СПб: Профессия, 2007. – 528 с.
52. Иванова Т.Н., Поздняковский В.М. Товароведение и экспертиза пищевых концентратов и пищевых добавок. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 304 с.
53. Ильясов С.Г., Красников В.В. Физические основы инфракрасного облучения пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 359 с.

54. Иунихина В.С. Крупяные продукты – источник пищевых волокон. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции «Технология продуктов здорового питания. Функциональные пищевые продукты». – М.: ИК МГУПП, 2008, часть I. – с. 78 – 84.
55. Иунихина В.С., Мельников Е.М. Крупяные продукты быстрого приготовления. // Хлебопродукты. – № 1. – 2006. – с. 30 – 32.
56. Казаков Е. Д. Зерноведение с основами растениеводства: учебники и учеб. пособия для высших учеб. заведений. — 3-е изд., доп. и перераб. – М. : Колос, 1983. – 352 с.
57. Казаков Е. Д., Карпиленко Г. П. Биохимия зерна и хлебопродуктов. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб. : ГИОРД, 2005. – 512 с.
58. Казаков Е. Д., Кретович В. Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1989. – 368 с. Р51
59. Казаков Е.Д., Карпиленко Г.П., Коньков П.М. Значение пшеничных отрубей в питании и производстве пищевых продуктов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1999. - № 4. – С. 43-47. Р49
60. Калашников Г.В. Совершенствование процесса гидротермической обработки и варки круп с использованием перегретого пара атмосферного давления. – Дисс. канд. техн. наук, Воронеж, 1991. – 250 с.
61. Калашников Г.В., Остриков А.Н. Ресурсосберегающие технологии пищевых концентратов. – Воронеж, 2001. – 356 с.
62. Ковалевская Л.П. и др. Технология пищевых производств. - М.: Колос, 1997.-314с.
63. Ковальская Л.П., Сыроедов В.И., и др. Разработка процессов, обеспечивающих производство круп быстрого приготовления.-ЦНИИТЭИлегпищемаш, 1985, вып, 4 с. 5-8.
64. Козьмина Е.П., Троицкая Е.Я., Изменение структуры некоторых видов круп при водно-тепловой обработке, Изв. вузов СССР. Пищевая

технология №6 -1973. С.59-60.

65. Козьмина Н. П. Биохимия зерна и продуктов его переработки. — М. : Колос, 1976. — 375 с.

66. Козьмина Н. П., Гунькин В. А., Сусянок Г. М. Зерноведение с основами биохимии растений. — М. : Колос, 2006. — 464 с.

67. Козьмина Н.П. Биохимия хлебопечения. – М.: Издательство «Пищевая промышленность», 1978. – 278 с.

68. Кретов И.Т., Калашников Г.В., Кравченко В.М., Остриков А.Н. Кинетика варки круп // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 1989. – №3. – с. 42.

69. Кретов И.Т., Кравченко В.М., Остриков А.Н., Калашников Г.В. Современное состояние техники и технологии варки и гидротермической обработки продуктов пищевого концентратного производства. – М.: АгроНИИТЭИПП, 1988. – с. 1 – 25. – (Сер. 18. Консервн., овощесуш. и пищев. конц. пром-сть. Обзор. Информ. Вып. 4).

70. Кретов И.Т., Кравченко В.М., Остриков А.Н., Назаров С.А. Интенсификация процесса сушки овощей и круп. – М.: АгроНИИТЭИПП, 1986. – с. 1 – 25. – (Сер. 18. Консервн., овощесуш. и пищев. конц. пром-сть. Обзор, информ. Вып. 1).

71. Кретович В.Л. Биохимия зерна. – М.: Наука, 1981. – 150 с.

72. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых продуктов / Под. Ред. Ковальской. – М.: ВО «Агропромиздат», 1991. – 336с. А87

73. Линниченко В.Т. Научные основы интенсивных и малоотходных технологий новых пищевых продуктов из крупяного сырья: Дисс. ... докт. техн. наук: 05.18.02. – М., 1999. – 345 с.

74. Лисицина Н.В. Изучение конвективного способа тепловой обработки зерна. - Труды ВНИИКП. - М., 1977, Вып. 12. С. 29-34.

75. Лисицина Н.В., Орлов А.И. Тепловая обработка зерна при производстве комбикормов. - Мукомольно-элеваторная и комбикормовая промышленность., 1976. № 12. С. 12-14.
76. Личко Н.М., Технология переработки продукции растениеводства.- Москва: Колос 2000 Серия «Учебники и учеб. Пособия для студентов ВУЗов»
77. Лыков А.В. Теория тепло- и массообмена. Высшая школа. - М., 1963. ЛЫКОВ
78. Матюшкина И.В. Разработка технологии быстрораствариваемого прелющенного продукта профилактического назначения из зерна гороха: Дисс. ... к.т.н.: 05.18.01. – М., 2001. – 247 с. А91
79. Мельников Е.М., Мерко А.И. Производство быстрорастваривающейся крупы и хлопьев // Хлебопродукты. – 1998. – №12. – с.20 – 21.
80. Мельников Е.М., Кирдяшкин В.В. Технология производства различных продуктов быстрого приготовления из зернового сырья с повышенной пищевой ценностью // Тезисы юбилейной научно-практической конференции, посвященной 75-летию специальности «Технология хранения и переработки зерна», МГУПП. – М, 1997. – с.29 – 30.
81. Методы биохимического исследования растений. / Под ред. д.б.н. А.И. Ермакова. – Л.: Колос, Ленинградское отделение, 1972. – 456 с. А96
82. Мосолов В. В. Белковые ингибиторы как регуляторы процессов протеолиза. – 36-ое Баховское чтение. – М. : Наука, 1983. – 40 с. Р70
83. Общая технология пищевых производств / Л.П. Ковальская, Г.М. Мелькина, Г.Г. Дубцов и др.; Под ред. Л. П. Ковальской. – М.: Колос, 1993. – 384 с. А98
84. Орлов А.И., Афанасьев В.А., Известия ВУЗов СССР, серия Пищевая технология №6, 1973.с.59 О19

85. Остриков А.Н., Калашников Г.В. Состояние и перспективы развития технологического оборудования для влаготепловой обработки круп // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – №10. – с.57-62.

86. Панфилова И.А. Разработка технологии быстрорастваривающейся крупы и хлопьев из целого зерна пшеницы профилактического назначения с использованием ИК-обработки: Автореф. дис. ...канд. техн. наук. – М. – 1998. – 26с.

87. Павлов И.Ф. Защита полевых культур от вредителей. – М.: Россельхозиздат, 1985, с. 256.

88. Патент № 2031600 Россия, МКИ А 23 L 1/10 Способ производства круп быстрого приготовления / Попов М.П., Тюрев Е.П., Цыцлев О.В., Генин С.А. и др.- № 5054469 / 13; Заявл. 14.7.92; Оpubл. 27.3.95, Бюл. №9.

89. Патент № 2203561 Россия, МПК А 23 L 1/164 Способ производства не требующих варки хлопьев / Елькин Н.В., Кирдяшкин В.В. Заявл. 05.12.2001, Оpubл. 10.05.2003, Бюл. № 13.

90. Петруня Е.В. Разработка технологии продуктов быстрого приготовления из твердой пшеницы. Автореф. дисс. ... к.т.н. – М. – 2005. – 26 с.

91. Покровский А. А. О биологической и пищевой ценности продуктов питания // Вопросы питания, 1975. – № 3. – с. 25 – 40.

92. Попов М.П., Шаненко Е.Ф. Метод определения декстринов и амилозы при одновременном присутствии их в растворе. – Сб.: Улучшители качества пищевых продуктов.- М.: МТИИП, 1977, с. 29-35.

93. Производство крупяных продуктов длительного хранения, не требующих варки. Зарубежный опыт. – М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1986. – С. 1 – 7. – (Сер.6. Консервн., овощесуш. и пищевконц. пром-сть. Экспресс-информ. Вып. 2).

94. Сарычев Б.Г. Технология и теххимический контроль хлебопекарного производства. М.: Пищепромиздат, 1956г, 404 с.

95. Саутин С.И. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. – Л.: Химия, 1975. – с. 5 – 9.
96. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник. - М.: ДеЛи принт, 2008. - 276 с.
97. Соболева Н.П., Доронин А.Ф. Учебное пособие по дисциплине: «Физико-химические основы технологии продуктов длительного хранения». Ч.1 – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2006 – 49 с.
98. Справочник технолога пищевого концентратного и овощесушильного производства / В.Н. Гуляев, В.Н. Дремина, З.А. Кац и др.; под ред. В.Н. Гуляева. - М.: Легкая промышленность, 1984. - 488с.
99. Технология приготовления пищи. / Ковалев Н.И., Куткина М.Н., Кравцова В.А.; под ред. д.т.н., проф. Николаевой М.А. – М.: Издательский дом «Деловая литература», издательство «Омега-Л», 2003. – 480 с.
100. Тихомирова Н.А. Технология продуктов функционального питания. – М.: Фрактэра, 2002. – 213 с.
101. Тюрёв Е. П. Эффективность теплотехнических процессов обработки пищевых продуктов ИК-излучением. Дис. ... д.т.н.: 05.18.12. – М., 1990. – 474 с.
102. Тюрёв Е.П., Зверев С.В., Цыгулев О.В. Термообработка зерна ИК-излучением. ЦНИИТЭИ хлебопродуктов. – М., 1993. – 28 с.
103. Уистлер Р. Л., Пашаль Э. Ф. Химия и технология крахмала. Промышленные вопросы. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 360 с.
104. Феста Н.Я. Хранение зерна и продуктов его переработки. Пособие к практическим занятиям. – М.: Минвуз СССР, 1957. – с. 78 – 79.
105. Филатов В.В. Современные процессы, аппараты и технологии для переработки зерна и круп при инфракрасном энергоподводе // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. - № 10. – С. 19-24.

106. Филатов В.В., Филатов А.В., Кирдяшкин В.В., Плаксин Ю.М., Елькин Н.В. Инфракрасные технологии в переработке зернового сырья при производстве круп быстрого приготовления и зерновых хлопьев, не требующих варки. – М.: Пищевое оборудование России. – № 9 (16), 2005. – с. 34 – 36.
107. Флауменбаум Б.Л. Основы консервирования пищевых продуктов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 272 с.
108. Хейфец И. Б. Разработка способов, обеспечивающих производство из крупяного сырья концентратов, не требующих варки. – Автореферат дисс. ... к. т.н.: 05.18.02. – М., МТИПП, 1986. – 24 с.
109. Хейфец И. Б., Карпов В. Г. Об изменении структуры крахмалосодержащего сырья при получении продуктов быстрого приготовления. // Сахарная промышленность. – 1986. – № . – с. 50 – 52.
110. Хосни Р.К. Зерно и зернопродукты. – СПб: Профессия, 2006. – 336 с.
111. Цыбиткова Г.Ц., Козлова Т.С., Сновицкая Л.В., Разработка ресурсосберегательной технологии переработки ячменя для продовольственных целей, Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья №8, 2003. с.135
112. Чеботарев О. Н., Шаззо А. Ю., Мартыненко Я. Ф. Технология муки, крупы и комбикормов. – М. : ИКЦ «МарТ», Ростов-н/Д: Издательский центр «МарТ», 2004. – 688 с.
113. Черно Н.К., Озолина С.А., Гураль Л.С. Хитин - протеиновый комплекс как компонент функциональных продуктов питания. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции «Технология продуктов здорового питания. Функциональные пищевые продукты». – М.: ИК МГУПП, 2008, часть I. – с. 110 – 115.
114. Шепелев А.Ф. Кожухова О.И. Туров А.С Товароведение и экспертиза зерномучных товаров. Ростов-на-Дону: Изда. центр "Март", 2001. - 10с.

115. Atwell, W.A., Hood, L.F., Lineback, D.R., Varriano-Marston, E. and Zobel, H.F. The terminology and methodology associated with basic starch phenomena., *Cereal Foods World*, 1988, 33, 306.
116. Cremon K. Increase of food quality grain by means of heat processing. // *Poultry International*, the USA, 1974. – V.13. – № 11. – p. 55 – 59.
117. Daniels R. Breakfast cereal technology. – London: Park Ridge, 1974. – 290 p.
118. Dawis R.I. Drying starch with flash dryers. // *Chemical engineering progress symposium series*, 1968. – V.64 – №86. – p.105 – 110.
119. Dengate, H.N. Swelling, pasting and gelling of wheat starch // *Advances in Cereal Science and Technology*. – Vol. VI / Y. Pomeranz, ed. – St. Paul, MN: Am. Assoc. Cereal Chem., 1984 – P. 49-82.
120. Filatov V.V., Elkin N.V., Kirdjashkin V.V., Azizov R.R. The technological infrared equipment for the food-processing industry. Proceeding of 18th international congress of chemical and process engineering (CHISA 2008), Czech Republic, Prague, 2008. – p. 16 – 20.
121. Filatov V.V., Plaksin J.M., Azarskova A.V. Analytical researches of nonstationary fields of temperature and nomographic chart for their calculation. – Materials of international conference «International Congress Engineering and Food – ICEF9», France, Montpellier, 2004. – p.p. 320 – 325.
122. Kent, N.L. *Technology of Cereals*. – 4th ed. – Cambridge, UK: Woodhead Publishing Ltd., 1983. (ISBN 1 85573 361 7)
123. Lineback, D.R., Rasper, V.F. Wheat Carbohydrates // *Wheat: Chemistry and Technology*, - 3rd edn., vol. I/ Y. Pomeranz, ed. – St. Paul, MN: Am. Assoc. Cereal Chem., 1988 – P. 277.
124. McKenzie A. L. Tangle of fibers // *Food technology*. August 1990. p. 58-60.
125. Miksir F. Micronized grain and legume seeds offer better stability, palatability, digestibility. // *Food Products Development*, 1979. – V.13. – № 13. –

p.50 – 51.

126. Miller, B.S., Derby, R.I., Timbro, H.B., A pictorial explanation for the increase in viscosity of a heated wheat starch-water suspension // Cereal chem., 1973, p. 50, 271.

127. Moore K. Micronisation process and working out the new food products. // Food Products Development, 1979. – V.13. – № 13. – p.36 – 44.

128. Phost H.B. Equipment and techniques in starch gelatinization. // Food stuff, 1971. – V.24. – № 2. – p.27.

129. Pierce C.W. Infrared radiation of seed. 1972. № 3694220

130. Putnan M. Micronisation – a new food processing technique. // Flour and Animal Food Milling, 1973. – V.155. – № 6. – p.40 – 41.

131. Rosen C. Influence of microwave by food products. // Food Technology, 1972. – V.26. – № 7. – p.36 – 40.

132. Slad, L., Levine, H. Beyond water activity: Recent advances based on an alternative approach to the assessment of food quality and safety // Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 1991, p. 30, 115.

133. Stevens, D.J., Elton, G.A.H. Thermal properties of the starch/water system. 1. Measurement of heat of gelatinization by differential scanning calorimetry // Starch/ Staerke, 1971, 23(1), 8.

Сарычев Б.Г. Технология и технохимический контроль хлебопекарного производства. М.: Пищепромиздат, 1956г, 404 с.

Приложение А
Техническая документация

Общество с ограниченной ответственностью
"Производственная компания старт"

ОКП 92 9400

Группа Н34
ОКС(67.060)

СОГЛАСОВАНО

Управление Роспотребнадзора по г.
Москве
Санитарно-эпидемиологическое
заключение

№ _____
" " _____
2014г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ООО "ПК Старт"
И.В. Елькин
2014г.



Хлопья зерновые, не требующие варки
Технические условия
ТУ 9294-001 – 18376415-14

Дата введения в действие

Разработано
ООО "ПК Старт"

Москва
2014

1 Область применения

Настоящие технические условия распространяются на крупу пшеничную, быстрого приготовления, хлопья пшеничные, не требующие варки (рекомендации по применению указаны в таблице 1: хлопья заливаются горячей водой или молоком и настаиваются в течение 5 минут), а так же на хлопья пшеничные, готовые к употреблению, вырабатываемые из целого зерна пшеницы и предназначенные для реализации в торговой сети, системе общественного питания, а также являются полуфабрикатом для производства зерновых завтраков, типа «мюсли».

Требования настоящих технических условий являются обязательными.

2 Требования к качеству и безопасности

2.1 Хлопья пшеничные, не требующие варки должны соответствовать требованиям настоящих технических условий и изготавливаться с соблюдением действующих санитарных норм и правил по технологической инструкции, утвержденной в установленном порядке.

2.2 По органолептическим показателям хлопья зерновые, не требующие варки должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.

Таблица 1

Наименование показателя	Виды продуктов	Показатель
Органолептические показатели (цвет, вкус, запах)	все виды продуктов	соответствуют продукту из соответствующего сырья
Время настаивания, мин	Крупа, быстрого приготовления	10-12 мин
	хлопья пшеничные, не требующие варки	Настаивание 5-6 мин
	хлопья пшеничные, готовые к употреблению	-

2.3. По физико-химическим показателям хлопья зерновые, не требующие варки должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 2.

Таблица 2

Наименование показателя	Вид продуктов	Значение показателя
Массовая доля влаги, %, не более	Крупа пшеничная, быстрого хлопья пшеничные, не требующие варки приготовления	12,0
	хлопья пшеничные, не требующие варки	13,0
	хлопья пшеничные, готовые к употреблению	13,0
Металломагнитная примесь, мг в 1 кг, не более	все виды продуктов	3,0

Зараженность вредителями хлебных запасов	все виды продуктов	не допускается
--	--------------------	----------------

Примечания:

1. Содержание примесей в крупе пшеничной, быстрого приготовления, хлопьях пшеничных, не требующие варки, хлопьях пшеничных, готовых к употреблению превышать норм, установленных в нормативно-технической документации на соответствующие виды круп.

2. Содержание муки одноименной в крупе пшеничной, быстрого приготовления, хлопьях пшеничных, не требующие варки, хлопьях пшеничных, готовых к употреблению, в количестве до 15 % допускается и улучшает кулинарные достоинства готовых блюд (каш, гарниров и т.д.) при заливке хлопьев горячей водой или молоком.

3. Величина отдельных частиц металлической примеси в наибольшем линейном измерении не должна превышать 0,3 мм, а масса отдельных ее крупинок - 0,4 мг.

2.4 Крупа пшеничная, быстрого приготовления, хлопья пшеничных, не требующие варки, хлопья пшеничных, готовых к употреблению по содержанию токсичных элементов, микотоксинов, пестицидов, радионуклидов должны соответствовать требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 "Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности продуктов" (индекс 1.4.3), указанным в таблице 3.

Таблица 3

1 Наименование показателя		Допустимый уровень, мг/кг, не более	Примечание
Токсичные элементы	свинец	0,5	
	мышьяк	0,2	
	кадмий	0,1	
	ртуть	0,03	
Микотоксины	афлатоксин В ₁	0,005	
	дезоксиниваленол	0,7	пшеничная
	Г-2 токсин	0,1	
	зеараленон	0,2	пшеничная
Пестициды	Гексахлорциклопексан (α, β, γ-изомеры)	0,5	
	ДДТ и его метаболиты	0,02	
	гексахлорбензол	0,01	пшеничная
	ртутьорганические пестициды	не допускаются	
	2,4-Д кислота, ее соли, эфиры	не допускаются	
Радионуклиды	цезий -137	50	Бк/кг
	стронций -90	30	Бк/кг
Загрязненность и зараженность вредителями хлебных запасов (насекомые, клещи)		не допускаются	

2.5 Крупа пшеничная, быстрого приготовления, хлопья пшеничные, не требующие варки и хлопья пшеничные, готовые к употреблению по

микробиологическим показателям должны соответствовать требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 "Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности продуктов" (индекс 1.4.3.1), указанным в таблице 4.

Таблица 4

Наименование показателя		Значение показателя
на крупу пшеничную, быстрого приготовления, хлопья пшеничные, не требующие варки (рекомендации по применению указаны в таблице 1: хлопья заливаются горячей водой или молоком и настаиваются в течение 5 минут), а так же на хлопья пшеничные, готовые к употреблению		на крупу пшеничную, быстрого приготовления, хлопья пшеничные, не требующие варки (рекомендации по применению указаны в таблице 1: хлопья заливаются горячей водой или молоком и настаиваются в течение 5 минут), а так же на хлопья пшеничные, готовые к употреблению
Масса продукта (г), в которой не допускается	БГКП (колиформы)	0,01
	Патогенные (в том числе сальмонеллы)	25
	<i>B. cereus</i>	0,1
Плесени, КОЕ /г, не допускается		50

2.6 Требования к сырью.

Для производства зерновых хлопьев применяют следующее сырье:

- вода питьевая по СанПиН 2.1.4.1074;
- зерно пшеницы по ГОСТ 276.

Сырье, используемое для изготовления продукции должно сопровождаться документами, подтверждающими его безопасность и качество и соответствовать требованиям СанПиН 2.3.2.1078.

3 Маркировка

3.1 Маркировка потребительской и транспортной тары должна содержать информацию, отвечающую требованиям ГОСТ Р 51074.

3.2 Каждая единица потребительской упаковки должна иметь маркировку с информацией:

- наименование и место нахождения изготовителя (юридический адрес и адрес производства) изготовителя;
- наименование продукта;
- способ приготовления;
- масса нетто;
- пищевая ценность;

- дата изготовления и дата упаковывания;
- срок хранения;
- условия хранения;
- срок годности для хлопьев пшеничных;
- обозначение документа, в соответствии с которым изготовлен и может быть идентифицирован продукт;
- информация о подтверждении соответствия;
- рекомендации по использованию.

3.3 На каждую единицу транспортной тары наклеивают или вкладывают внутрь этикетку с информацией:

- наименование и место нахождения изготовителя (юридический адрес и адрес производства) изготовителя;
- наименование продукта;
- масса брутто и нетто или количество;
- дата изготовления и дата упаковывания;
- срок и условия хранения;
- обозначение документа, в соответствии с которым изготовлен и может быть идентифицирован продукт;
- информация о подтверждении соответствия;
- рекомендации по использованию.

3.4 Способ нанесения маркировки должен обеспечивать четкость и сохранность информации до момента реализации продукции. Допускается указанную маркировку размещать на листе - вкладыше, вложенном в каждую единицу транспортной тары. Допускается нанесение транспортной маркировки типографским способом или в виде этикетки, а также проставлять дату изготовления питанием.

3.5 Каждая единица транспортной тары маркируется по ГОСТ 14192 манипуляционными знаками: «Хрупкое. Осторожно», «Бережь от влаги», «Ограничение температуры».

4 Упаковка

4.1 Крупа пшеничная, быстрого приготовления, хлопья пшеничные, не требующие варки и хлопья пшеничные, готовые к употреблению поставляются потребителю через розничную торговлю и фасуют массой нетто до 3,0 кг в пакеты по ГОСТ 12303 из картона коробочного марки А, картона хром-эрац, картона с внутренним полимерным покрытием из термосваривающихся материалов; пакеты по ГОСТ 24370 из комбинированных термосваривающихся полимерных материалов на основе алюминиевой фольги или бумаги, полимерных термосваривающихся материалов, металлизированных полимерных пленок и бумаги.

4.2 Фасованные хлопья зерновые упаковывают в ящики из гофрированного картона по ГОСТ 13512, ГОСТ 13515, ГОСТ 13516. Масса нетто групповой упаковки не должно превышать 20 кг.

4.3 Ящики из гофрированного картона с продукцией должны быть оклеены лентой полиэтиленовой с липким слоем по ГОСТ 20477 или лентой клеевой на бумажной основе по ГОСТ 18251.

4.4 Допускается групповая упаковка пачек с продуктом в полиэтиленовую термоусадочную пленку. Масса нетто групповой упаковки должна быть не более 15 кг.

4.5 В каждую единицу транспортной тары должны быть помещены изделия одного

наименования, однородные по весу, одной даты выработки.

Тара должна быть прочной, чистой, сухой, без постороннего запаха. Упаковочные материалы должны обеспечивать сохранность и товарный вид продукции на весь срок годности продукции.

4.6 Допускается использование других видов упаковочных материалов и транспортной тары, которые обеспечивают сохранность качества продукции при ее хранении и транспортировании, а также имеющих разрешение ФС по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека для упаковывания пищевых продуктов.

4.7 Упаковочные материалы по качеству и безопасности должны отвечать требованиям ГН 2.3.3.972, и другой нормативной документации, действующей на территории Российской Федерации, а также сопровождаться документами, подтверждающими их качество и безопасность.

4.8 Предел допускаемых отрицательных отклонений не должно превышать: пределы допускаемых отклонений, установленных по ГОСТ 8.579 и приведенных в таблице 5.

Таблица 5

Номинальная масса нетто, г	Предел допускаемых отклонений	отрицательных
	%	г
Свыше 50 до 100 вкл.	-	4,5
Свыше 100 до 200 вкл.	4,5	-
Свыше 200 до 300 вкл.	-	9
Свыше 300 до 500 вкл.	3	-
Свыше 500 до 1000 вкл.	-	15
Свыше 1000 до 10000 вкл.	1,5	-

Отклонение массы нетто упаковочной единицы от значения, указанного на упаковке, в большую сторону - не ограничивается.

5 Правила присмки

5.1 Присмкку крупы и хлопьев осуществляют партиями.

5.2 Партией считают любое количество выработанной продукции одного наименования, одинаково упакованной, одной даты изготовления, выработанной в течение одной смены из одной партии крупы, предназначенной к одновременной сдаче - приемке и оформленной одним документом установленной формы удостоверяющим безопасность и качество, в котором указывают:

- номер удостоверения качества и безопасности;
- наименование и место нахождение изготовителя (юридический адрес и адрес производства) изготовителя;
- наименование продукции;
- номер партии и дата отгрузки, вид тары;
- способ приготовления;
- масса нетто и количество упаковочных единиц;
- дата изготовления и дата упаковывания;
- срок и условия хранения;
- обозначение документа, в соответствии с которым изготовлен и может быть идентифицирован продукт;

- информация о подтверждении соответствия;
- органолептическая оценка продукции и результаты испытаний.

5.3 В торговую сеть продукция направляется с копией удостоверения качества и безопасности.

5.4 В каждой партии продукции на соответствие требованиям технических условий определяют: органолептические и физико-химические показатели, массу нетто, упаковку и маркировку.

5.5 Периодический контроль микробиологических, физико - химических показателей, содержания токсичных элементов, радионуклидов, пестицидов, микотоксинов должен осуществляться в соответствии с программой производственного контроля, разработанной предприятием - изготовителем и согласованной органами Роспотребнадзора в установленном порядке, но не реже одного раза в квартал на токсичность, пестициды, микотоксины; по микробиологическим, физико - химическим показателям - не реже одного раза в месяц; на радионуклиды - не менее одного раза в год.

5.6 При получении неудовлетворительных результатов испытаний, хотя бы по одному показателю, проводится повторное испытание удвоенной количества образцов, взятых из той же партии. Результаты повторных испытаний являются окончательными и распространяются на всю партию. При получении неудовлетворительных результатов повторных испытаний, во партия снимается с реализации.

6 Методы контроля

6.1 Правила приемки, отбор и подготовка проб - ГОСТ 15113.0.

6.2 Определение качества упаковки, массы нетто по ГОСТ 15113.1.

6.3 Методы анализа - по ГОСТ 15113.1; ГОСТ 15113.2; ГОСТ 15113.3; ГСХ 15113.4; ГОСТ 15113.5.

6.4 Определение токсичных элементов проводят: ртути - по ГОСТ 26 92 мышьяка по ГОСТ 26930, свинца - по ГОСТ 26932, кадмия - по ГОСТ 26933

6.5 Правила микробиологических исследований по ГОСТ Р 51446.

Отбор проб для микробиологического анализа проводят по ГОСТ 26668;

- подготовка проб для микробиологического анализа - по ГОСТ 26669

- методы культивирования микроорганизмов - по ГОСТ 26670.

6.6 Микробиологические показатели:

- количество мезофильных аэробных и факультативно - анаэробных микроорганизмов (КМАФА нМ) по ГОСТ 10444.15;

- выявление и определение количеств бактерий группы кишечных палочек (БГКП, колиформы) по ГОСТ Р 50474;

- выявление бактерий рода *Salmonella* по ГОСТ Р 50480.

6.7 Отбор проб, анализ и гигиеническая оценка радиационного контроля по МУК 2.6.1.1194. Определение радионуклидов - по МУ 5778 (стронций - 90). ¹³⁷Г 5779 (цезий - 137).

6.8 Определение пестицидов - по МУ 2142 и другими методами утвержденными в установленном порядке.

6.9 Определение микотоксинов по ГОСТ 30711 (афлатоксин В1), ГОСТ 1 51116 (дезоксивалсенол) и другими методами, утвержденными в установленном порядке.

7 Транспортирование и хранение

7.1 Транспортирование и условия хранения - по ГОСТ 24508.

7.2 Хлопья зерновые, не требующие варки должны храниться в чистых; хорошо вентилируемых помещениях, не зараженных амбарными вредителями; и защищенных от солнечных лучей, при температуре не выше 20 °С и относительной влажности воздуха не более 75 %. Срок годности не более 24 месяцев со дня выработки.

Приложение А (справочное)
Пищевая и энергетическая ценность хлопьев зерновых, не требующих
варки (на 100 г продукта)

Наименование продукта	Пищевая ценность, г			Энергетическая ценность, ккал
	Белки	Жиры	Углеводы	
Крупа пшеничная, быстрого приготовления	12,5	1,1	70,5	325,0
Хлопья пшеничные, не требующие варки	12,5	1,1	70,5	325,0
Хлопья пшеничные, готовые к употреблению	12,5	1,1	70,5	325,0

Приложение Б (справочное)
Перечень ссылаемых документов

ГОСТ Р 50474 - 93 (ГОСТ 30519-97)	Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий кишечных палочек (колиформных бактерий).
ГОСТ Р 50474-93 (ГОСТ 30518-97)	Продукты пищевые. Методы определения дрожжей и плесневых грибов.
ГОСТ Р 50480 - 93	Продукты пищевые. Методы выявления бактерий рода <i>Salmonella</i> .
ГОСТ Р 51074-2003	Продукты пищевые. Информация для потребителей. Общие требования.
ГОСТ Р 50480 - 93	Продукты пищевые. Методы выявления бактерий рода <i>Salmonella</i> .
ГОСТ Р 51116-97 А	Комбикорма, зерно, продукты их переработки. Продукты пищевые. Общие правила микробиологических исследований.
ГОСТ 8.579 - 2002	ГСИ Требования к количеству фасованных товаров в упаковках любого вида при их производстве, расфасовке, продаже и импорте.
ГОСТ 1341-97	Пергамент растительный. Технические условия.
ГОСТ 1760-86	Подпергамент. Технические условия
ГОСТ Р 52554-2006	Пшеница. Технические условия.
ГОСТ 10444.15 -94	Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно - анаэробных микроорганизмов.
ГОСТ 12302-83	Пакеты из полимерных и комбинированных материалов. Общие технические условия.
ГОСТ 13512-91	Ящики из гофрированного картона для кондитерских изделий. Технические условия.
ГОСТ 13515-86	Ящики из гофрированного картона для продукции мясной и молочной промышленности. Технические условия.
ГОСТ 14192-96	Маркировка грузов.
ГОСТ 18251 -87	Лента клееная на бумажной основе. Технические условия.
ГОСТ 20477 - 86	Лента полиэтиленовая с липким слоем. Технические условия.
ГОСТ 26668 - 85	Продукты пищевые и вкусовые. Методы отбора проб для микробиологических анализов.
ГОСТ 26669- 85	Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов.

ГОСТ 26929 - 94	Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов.
ГОСТ 26927 - 86	Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути.
ГОСТ 26930 - 86	Сырье и продукты пищевые. Методы определения мышьяка.
ГОСТ 26932 - 86	Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца.
ГОСТ 26933 - 86	Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия.
ГОСТ 29329 - 92	Весы для статистического взвешивания. Общие технические условия.
ГОСТ 30711 - 2001	Продукты пищевые. Методы выявления и определения содержания афлатоксинов В1 и М1.
ГОСТ 30516-2001	Продукты пищевые. Методы выявления и определения содержания дезоксиниваленола.
МУ 2142-80	Методические указания по определению хлорорганических пестицидов в воде, продуктах питания, кормах и табачных изделиях методом хроматографии в тонком слое.
МУ 5778 - 91	Стронций - 90. Определение в пищевых продуктах.
МУ 5779 - 91	Цезий - 137. Определение в пищевых продуктах.
МУК 2.6.1.1194-03	Радиационный контроль. Стронций - 90 и цезий - 137. Пищевые продукты. Отбор проб, анализ и гигиеническая оценка.
ГН 2.3.3.972 - 00	Предельно допустимые количества химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами.
СанПиН 2.3.2.1078-01	Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности продуктов. Санитарно - эпидемиологические правила и нормативы.
СанПиН 2.1.4.1074-01	Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
СанПиН 2.3.2.1324-03	Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов.

Приложение В

Акт опытно-промышленных испытаний

Утверждаю:
Директор производственной
компании ООО «ПК Старт»

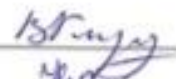
И.В. Елькина
«20» сентября 2013 г.



АКТ

Мы, представители ГОУВПО «МГУПП», доц. В.В. Кирдяшкин, О.В. Куропаткина, с одной стороны и представители ООО «ПК Старт» О.А. Елькина, В.И. Юдин, с другой стороны, составили настоящий акт в том, что ГОУВПО «МГУПП» передал ООО «ПК Старт» инструкцию по технологии производства пшеничной крупы, быстрого приготовления, хлопьев пшеничных, не требующих варки и хлопьев пшеничных, готовых к употреблению.

От ГОУВПО «МГУПП»

 /В.В. Кирдяшкин /
 /О.В. Куропаткина

От ООО «ПК Старт»

 /О.А. Елькина
 /В.И. Юдин

Утверждаю:

Директор производственной
компании ООО «ПК Старт»



О.А. Елькин

«26» сентября 2013 г.

АКТ

Составлен в том, что разработанный кафедрой «Технология переработки растительного сырья» ГОУВПО «МГУПП» «Способ получения хлопьев из пророщенных злаковых культур» и «Техническое задание на опытно-промышленный образец оборудования для линии по производству пшеничной крупы, быстрого приготовления, хлопьев пшеничных, не требующих варки и хлопьев пшеничных, готовых к употреблению», передано в ООО «ПК Старт» для использования при проектировании и изготовлении опытно-промышленного образца.

От ГОУВПО «МГУПП»:

Доцент кафедры «ТПФСНДХ»

ГОУВПО «МГУПП»,

к.т.н. В.В. Кирдяшкин

«25» 09 2013 г.

Аспирант кафедры «ТПФСНДХ»

ГОУВПО «МГУПП»,

О.В. Куропаткина

«25» 09 2013 г.

От ООО «ПК Старт»

Технолог ООО «ПК Старт»

О.А. Елькина

«25» 09 2013 г.

Инженер-конструктор

ООО «ПК Старт» В.И. Юдин

«25» 09 2013 г.

Утверждаю:

Директор производственной
компании ООО «ПК Старт»

И.В. Елькин



16 января 2014 г.

АКТ

приемки опытно-промышленного образца оборудования для производства пшеничной крупы, быстрого приготовления, хлопьев пшеничных, не требующих варки и хлопьев пшеничных, готовых к употреблению производительностью 500 кг/ч с использованием инфракрасного энергоподвода.

Приемочная комиссия в составе:

председателя Доц. Кафедры «ТПФСНДХ»
ГОУВПО «МГУПП», к.т.н. В.В. Кирдяшкин

и членов комиссии: 1. Аспирант кафедры «ТПФСНДХ»
ГОУВПО «МГУПП», О.В. Куропаткина
2. Технолог ООО «ПК Старт» О.А. Елькина
3. Инженер-конструктор ООО «ПК Старт»
В.И. Юдин

назначенная приказом № 38/14 от « 14 » января 20 14 г. по ООО «ПК Старт» на основании протокола испытаний опытно-промышленного образца оборудования для производства пшеничной крупы, быстрого приготовления, хлопьев пшеничных, не требующих варки и хлопьев пшеничных, готовых к употреблению производительностью 500 кг/ч с использованием инфракрасного энергоподвода от « 16 » января 2014 г.

Считают, что предъявленное оборудование в линии по производству продуктов из пшеницы выдержало приемочные испытания.

Протокол приемочных испытаний от « 16 » января 2014 г. прилагается.

Комиссия предлагает: рекомендовать оборудование для производства пшеничной крупы, быстрого приготовления, хлопьев пшеничных, не требующих варки и хлопьев пшеничных, готовых к употреблению для промышленного использования с внедрением в пицкеконцентратную и зерноперерабатывающую промышленность.

Председатель комиссии:  В.В. Кирдяшкин

Члены комиссии:

О.В. Куропаткина 

О.А. Елькина 

В.И. Юдин 

пшеничных, не требующих варки и хлопьев пшеничных, готовых к употреблению производительностью 500 кг/ч с использованием инфракрасного энергоподвода, в соответствии с программой, утвержденной « 13 » января 2014 г., ООО «ПК Старт» в период с 13 января по 16 января 2014 г.

В результате приемочных испытаний комиссия установила следующие основные данные:

РАЗДЕЛ 1. Результаты проверки соответствия состава и комплектации образца оборудования для производства пшеничной крупы, быстрого приготовления, хлопьев пшеничных, не требующих варки и хлопьев пшеничных, готовых к употреблению производительностью 500 кг/ч с использованием инфракрасного энергоподвода технической документации.

Состав и комплектность предъявленной для приемочных испытаний оборудования в линии соответствует технической документации.

РАЗДЕЛ 2. Данные и результаты испытаний опытно-промышленного образца оборудования для производства пшеничной крупы, быстрого приготовления, хлопьев пшеничных, не требующих варки и хлопьев пшеничных, готовых к употреблению мощностью 500 кг/ч с использованием инфракрасного энергоподвода.

ПРОТОКОЛ

приемочных испытаний опытно-промышленного образца оборудования для пшеничной крупы, быстрого приготовления, хлопьев пшеничных, не требующих варки и хлопьев пшеничных, готовых к употреблению производительностью 500 кг/ч с использованием инфракрасного энергоподвода

г. Долгопрудный,
Московская область

« 16 » января 2014 г.

Оборудование для термообработки, сушки и плющения в линии по производству пшеничной крупы, быстрого приготовления, хлопьев пшеничных, не требующих варки и хлопьев пшеничных, готовых к употреблению производительностью 500 кг/ч с использованием инфракрасного энергоподвода изготовлено на ООО «ПК Старт» в результате выполнения научно-исследовательской работы в ГОУВПО «МГУПП» по теме: «Разработка энергосберегающей технологии консервирования пророщенных зерен пшеницы и ржи методом радиационно-конвективной сушки».

Приемочная комиссия в составе:

председателя	Доц. Кафедры «ТПФСНДХ» ГОУВПО «МГУПП», к.т.н. В.В. Кирдяшкин
и членов комиссии:	Аспирант кафедры «ТПФСНДХ» ГОУВПО «МГУПП», О.В. Куропаткина Технолог ООО «ПК Старт» О.А. Елькина Инженер-конструктор ООО «ПК Старт» В.И. Юдин

Назначенная приказом № 38/14 от «14» января 2014 г. провела приемочные испытания опытно-промышленного образца оборудования для производства пшеничной крупы, быстрого приготовления, хлопьев

№ п/п	Наименование требований и параметров	Данные по ТЗ		Фактические данные	
		крупа	хлопья	крупа	хлопья
	Производительность, не более, т/ч: - пшеница	400	500	400	500
	Установка для термообработки зернового сырья УТЗ-4М должна обеспечивать на выходе следующие показатели: - температура сырья, °С - время обработки, с	100-102 120		100-102 120	
	Установка для обжарки зернового сырья УТЗ-4М - температура сырья, °С - время обработки, с	120-145 80-90		120-145 80-90	
	Время нахождения полуфабриката в темпераирующем бункере, мин	8-10		8-10	
	Станок плющильный: - производительность при толщине хлопьев 0,5-0,6 мм, кг/ч		500		500

РАЗДЕЛ 3. Общая характеристика показателей опытно-промышленного образца оборудования для производства пшеничной крупы, быстрого приготовления, хлопьев пшеничных, не требующих варки и хлопьев пшеничных, готовых к употреблению производительностью 500 кг/ч с использованием инфракрасного энергоподвода.

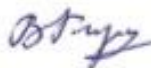
Опытно-промышленный образец оборудования для производства пшеничной крупы, быстрого приготовления, хлопьев пшеничных, не требующих варки и хлопьев пшеничных, готовых к употреблению производительностью 500 кг/ч с использованием инфракрасного энергоподвода соответствует требованиям технического задания.

РАЗДЕЛ 4. Проверка качества монтажно-наладочных работ.

Монтажно-наладочные работы опытно-промышленного образца оборудования для производства пшеничной крупы, быстрого приготовления, хлопьев пшеничных, не требующих варки и хлопьев пшеничных, готовых к употреблению производительностью 500 кг/ч с использованием инфракрасного энергоподвода проведены в соответствии с ТУ и требованиям технической эстетики.

РАЗДЕЛ 5. Дополнительные данные.

В результате проведенных испытаний установлено, что технологические возможности оборудования для термообработки крупяного сырья (УТЗ-4М), темперирующего бункера и оборудования для плющения в линии по производству продуктов из пшеницы позволяют расширить ассортимент обрабатываемого сырья.

Председатель комиссии:  В.В. Кирдяшкин

Члены комиссии:

О.В. Куропаткина

О.А. Елькина

В.И. Юдин

