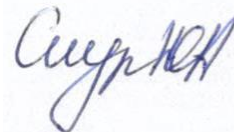


Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

На правах рукописи



СНУРНИКОВА ЮЛИЯ АЛЕКСАНДРОВНА

**Разработка пищевой системы производства продуктов на основе
круп быстрого приготовления**

4.3.3. Пищевые системы

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор

Тошев Абдували Джабарович

Челябинск – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ.....	9
1.1 Способы производства круп быстрого приготовления.....	10
1.2 Перспективное использование электрофизических (СВЧ) способов обработки для производства круп	19
2 МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ	25
2.1 Методы исследований	26
2.2 Разработка структурно- функциональной модели системы производства круп быстрого приготовления и продуктов на их основе.....	28
3 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЧ ОБРАБОТКИ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРУП И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА ОБРАБОТКИ	37
3.1 Определение оптимального режима обработки СВЧ	37
3.1.1. Определение длительности варки круп (органолептическим методом)	38
3.1.2 Влияние СВЧ обработки на содержание влаги в крупах.....	40
3.1.3 Влияние СВЧ на органолептические показатели качества круп быстрого приготовления.....	43
3.2 Построение математической модели выбора оптимального режима обработки	46
3.3 Изучение влияния СВЧ на характеристики круп	48
3.3.1. Изменения кислотности и кислотного числа крупы	48
3.3.2 Определение объема крупы при СВЧ обработке	51
3.3.3 Определение активности амилазы в крупе.....	53
3.4 Технология производства КБП (с применением СВЧ обработки)	55
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ КРУП БЫСТРОГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ	57
4.1 Потребительские характеристики КБП	58

4.2. Пищевая ценность каш, на основе КБП	63
4.3 Разработка и проектирование продуктов на основе КБП (методом математического анализа)	67
5 АНАЛИЗ СПРОСА И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ	76
5.1. Анализ потребительского спроса на разрабатываемую продукцию	76
5.2 Экономическая эффективность внедрения новой технологии в производство	82
5.3 Анализ затрат электроэнергии на варку каш	88
ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ	90
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	93
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Структурно-функциональная модель линии получения круп быстрого приготовления и хлопьев не требующих варки	110
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Потребительские характеристики	115
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Технология производства КБП (с применением ИК обработки)	117
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Протоколы лабораторных исследований	119
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. ПАТЕНТ	127
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	129
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИНСТРУКЦИИ	132
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Акт внедрения материалов диссертационной работы	136
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Техничко-Технологические карты	138
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Фотографии готовой продукции	148
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	150

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Производство продуктов питания из зерна и бобовых является важной и основной задачей пищевой промышленности. Продукты этой группы в той или иной мере употребляет каждый человек. По данным Росстата хлеб и хлебные продукты занимают до 20 % рациона питания гражданина РФ. К данной группе относят муку, хлеб и хлебобулочные изделия, макаронные изделия, кондитерские мучные изделия, крупы. Обеспеченность данными продуктами является критерием благополучия государства.

Таким образом, разработка технологии круп быстрого приготовления (КБП) с применением современных способов обработки и создание продуктов питания на их основе являются **актуальными**, что и определило выбор темы, цели и задач исследования.

Рост спроса на продукты быстрого питания в 2019 году составил более 6 %, в 2020 году – 2 %. В основном данную группу продуктов представляют лапша быстрого приготовления, супы и каши быстрого и моментального приготовления. Отмечается также рост производства продуктов быстрого питания и уменьшение доли импортных товаров. Каши быстрого приготовления по сравнению с традиционными отличаются меньшим количеством времени варки, при этом готовый продукт в целом сохраняет большую часть полезных свойств.

Большой вклад в разработку производства зерновых продуктов быстрого приготовления и расширение применения СВЧ-технологии в производстве продуктов питания внесли ученые Андреева А.А, Бессонов В.В., Вихарева И. Н., Воробьев В.В., Гинзбург Н.С., Доронин А.Ф., Карпов В.И., Касаткин В.В., Коденцова В.М., Королев А.А., Кочеткова А.А., Магомедов Г.О., Никитин И.А., Рахманкулов Д. Л., Рисник Д.В., Сидоренко Ю.И., Тришканева М.В., Тюрина С.Б., Ушакова Н.Ф., Шавшукова С. Ю., Орловцева О.А., Нечаев А.П., Keying Q., Radzyminska, M., Narasym J., Krongworakul N., Li R., Naivikul O., Nelson S.O.

Данными вопросами занимаются также научно-производственное объединение «Агро-Симо-Машбуд», «ВНИИЗ», ФГБОУ ВО "ВГУИТ",

университеты Манитобы, Виннипег, Южно-китайский сельскохозяйственный университет, Харбинский технологический институт (НТИ).

Цели и задачи исследования. Целью данного исследования является разработка эффективной пищевой системы производства продуктов питания на основе круп быстрого приготовления.

Для достижения поставленной цели были определены следующие **задачи**:

1 разработать структурно-функциональную модель пищевой системы производства продуктов на основе круп быстрого приготовления;

2 изучить способы производства круп быстрого приготовления, выявить основные тенденции развития оборудования и определяющие факторы;

3 обосновать использование сверхвысокочастотной (СВЧ) обработки для производства круп быстрого приготовления;

4 определить оптимальные режимы СВЧ обработки, а также определить необходимость дополнительных технологических операций (увлажнение, сушка);

5 исследовать влияние СВЧ обработки на потребительские свойства круп: продолжительность варки, сроки хранения готовой продукции, изменение пищевой, биологической, энергетической ценностей;

6 методом математического анализа составить рецептуры и разработать технологию приготовления продуктов на основе круп быстрого приготовления;

7 определить математические постановки задач, параметры работы оборудования (режим обработки);

8 разработать технологические инструкции, технические условия производства, патенты и технико-технологические карты на продукты;

9 провести экономическую оценку эффективности вышеуказанного способа производства.

Научная новизна. Диссертационная работа содержит научную новизну в соответствии с пунктами 4, 11, 16, 19, 25 паспорта специальности.

На основании проведенных исследований:

– в соответствии с технологией структурного анализа и проектирования разработана структурно-функциональная модель пищевой системы производства продуктов на основе круп быстрого приготовления, позволившая обосновать структуру и функции системы в соответствии с ГОСТ р50.1.028-2001.

– теоретически и практически обоснована целесообразность функции СВЧ обработки в производстве круп быстрого приготовления;

– обоснованы необходимые технологические операции при обработке гречневой и овсяной круп с применением СВЧ -технологии;

– сформулирована математическая постановка задачи определения оптимальной режима использования СВЧ, обеспечивающего требуемые показатели качества, для решения поставленной задачи разработана компьютерная программа.

– сформулирована математическая постановка задач расчета оптимальных рецептур новых видов продукции (гранола; каша гречневая с луком и морковью; каша перловая с соевым мясом, луком и морковью). Для решения поставленных задач разработаны компьютерные программы

Предметом данного исследования являются методология проектирования и исследование пищевых зерновых систем.

Практическая значимость. Разработанные рецептуры и технологии апробированы в условиях производства ООО «Косов». Утверждены техническая документация ТУ и ТИ на гранолу гречневую, а также рецептуры следующих каш: гречневая с луком и морковью, перловая с соевым мясом, луком и морковью. Материалы диссертации используются в учебном процессе кафедры «Технология и организация общественного питания» Южно-Уральского государственного университета для студентов, обучающихся по направлению 19.03.04 и 19.04.04 Технология продукции и организация общественного питания.

Новизна технических решений подтверждена патентом РФ № 2557721 С1 «Способ производства круп быстрого приготовления» от 27.07.2015.

Методология проведения исследования. В работе использовали методологию системного анализа и проектирования, а также общепринятые и

специальные химические, физико-химические, органолептические, микробиологические методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов и готовых изделий, методология общей теории систем, методы математической статистики.

Положения, выносимые на защиту:

1 структурно-функциональная модель пищевой системы производства продуктов питания на основе круп быстрого приготовления с использованием СВЧ обработки;

2 результаты исследования влияния СВЧ обработки на потребительские свойства круп;

3 технология производства в составе пищевой системы производства продуктов питания на основе круп быстрого приготовления;

4 постановка и решение задачи оптимизации режимов СВЧ обработки крупы;

5 рецептуры и результаты использования круп для создания новых продуктов питания;

6 экономическая эффективность внедрения пищевой системы.

При оценивании степени достоверности результатов экспериментов использовали методы математической статистики, программы MICROSOFT Office, MatCad.

Исследования проводили многократно (не менее пяти повторности) с максимальной погрешностью до 5 %.

Апробация результатов. Основные результаты работы докладывались и обсуждались на симпозиумах, конгрессах, конференциях, в том числе: 4th International Conference on Innovations in Sports, Tourism and Instructional Science (ICISTIS 2019), «Наука ЮУрГУ» 70-ая научная конференция (Челябинск, 2018 г.); Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы пищевой промышленности и общественного питания» (г. Екатеринбург, 2017 г.), VIII Международный симпозиум по фундаментальным и прикладным проблемам науки (Челябинск, 2013 г.), Международная научно-практическая конференция

«Торгово-экономические проблемы регионального бизнес-пространства» (Челябинск, 2013 г.); Международная научно-практическая конференция «Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания» (Челябинск, 2011, 2012 г.). Результаты исследования используются в учебном процессе бакалавров и магистров по направлению «Технология продукции и организация общественного питания».

Публикации. По материалам исследований опубликовано 27 печатных работ, в том числе 6 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ, а также ряд статей в материалах конференций, симпозиумах, 1 работа – Web of Science. Получен патент на способ производства РФ № 2557721 «Способ производства круп быстрого приготовления» от 27.07.2015. Издана монография «Разработка энерго- и ресурсосберегающей технологии производства круп быстрого приготовления» (г. Челябинск, 2019).

1 АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Государственная политика Российской Федерации в области здорового питания определяет, что питание – это не только потребление необходимого количества питательных веществ и энергии, но и улучшение состояние здоровья граждан. Полноценное питание направлено на защиту организма человека от неблагоприятного воздействия окружающей среды, а также на профилактику различных заболеваний и укрепление защитных функций организма.

Более десяти миллионов россиян нуждаются в специализированных продуктах питания. Повсеместная европеизация, в частности изменение традиционного питания, привела к упрощению питания в России. В условиях дефицита белковой пищи особенно распространено употребление высокоуглеводных продуктов (хлеб, картофель), овощей и фруктов. Употребление свежих овощей и фруктов в умеренных количествах благоприятно влияет на организм, а избыток может привести к нарушениям пищеварения; употребление большого количества углеводов также может быть опасным для организма. Доля продуктов функционального назначения в настоящее время составляет около 15 % от всех известных продуктов. Разнообразие функциональных продуктов питания стабильно увеличиваются в среднем на 4 – 6 % в год с 2015 г., а в первый год пандемии COVID интерес к иммуностимулирующим продуктам питания составлял 124 %. Организация правильного, рационального питания человека – это направление профилактической медицины и пищевой биотехнологии, которые в XXI веке создают настоящие условия для увеличения продолжительности жизни, сохранения долголетия и здоровья.

В Соединенных Штатах Америки в последнее время 40 % населения при лечении и профилактики острых и хронических заболеваний используют обогащенные продукты вместо каких-либо иных «неполезных» продуктов. США выделяют один триллион долларов на развитие этого направления.

Реализация Российской программы «Здоровое питание – здоровье нации» привлекла внимание потребителей к питанию человека, сформировались понятия правильного, сбалансированного, рационального питания. Показано влияние питания на здоровье человека.

В настоящее время, по данным Росстата, состояние здоровья россиян негативно влияет на ожидаемую продолжительность жизни: 72,99 года средняя, 78,15 лет для мужчин и 67,73 года для женщин. По продолжительности жизни Россия занимает 118-е место в мире, 5,11 % смертей были связаны с заболеваниями, связанными с расстройствами пищеварения.

Но доля продуктов питания на Российском рынке, имеющих функциональное значение, мала. А состав продуктов массового потребления, разработанный по государственным стандартам (уровень углеводных белков, содержание витаминов, минералов и клетчатки, количество легкоусвояемых углеводов), принцип дифференциации для разных социально-демографических групп населения не соответствуют современным научным требованиям.

Для технологов пищевой промышленности одной из главных задач является разработка новых способов переработки сырья и производства новых продуктов питания из местного сырья, а также повышение качества готовой продукции и ее пищевой ценности при условии снижения энергозатрат на производство.

Крупа – это продукт питания, который производится в основном из семян риса, проса, гречихи, а также овса, кукурузы, чечевицы, пшеницы, бобовых и т. д.

1.1 Способы производства круп быстрого приготовления

Производство круп можно разделить на два основных этапа: подготовка к обработке и производству, производство круп.

При подготовке к переработке зерно основной культуры очищают от органических и минеральных веществ, семян куколок, дефектных и мелких семян.

На этапе подготовки некоторые культуры (гречиха, ячмень, кукуруза, овес, горох, иногда рис) целесообразно при просеве подвергать гидротермической обработке (ГТО): в течение 3...5 минут увлажняют, а затем высушивают, до 12...14 %. Это приводит к разрушению клеток и пленок и частичной клейстеризации крахмала. Очищение от цветковых пленок улучшается, ядро становится более прочным, выход очищенной крупы увеличивается.

Второй этап производства крупы заключается в сушке, шлифовании и сортировке полученного продукта.

Выход крупы разных сортов определяется природным качеством, качеством сырья и технологией переработки.

Быстрорастворяющиеся крупы это отдельная категория круп, отличающихся от обычных круп уменьшенным временем варки или вообще не требуют варки. Для их производства применяют в основном три способа:

- применение дополнительной гидротермической обработки;
- использование процессов микронизации;
- применение в экструзионных процессах.

Технология экструзионного производства.

Экструзия – это процесс переработки различных видов сырья в шнековые прессы с целью получения изделий с новыми физико-химическими свойствами. Продуктовую экструзию можно разделить на холодную и горячую с низким давлением и сильным сжатием. Последний метод применяют для производства продуктов из крупяного сырья.

Образование новой структуры обычно происходит в результате выделения водяного пара при быстром нагреве (обжарка или набухание зерен в печи) или в результате резкого сброса давления продукта в перегретом состоянии (производство воздушных зерен или экструзионная обработка). Чтобы адекватно реагировать на давление пара, продукт должен быть прочным и эластичным, а также более или менее однородным – своего рода коллоидный гель, образующийся при термической обработке крахмала [9, 84].

Экструзия – это непрерывный процесс, в котором для увеличения объема зерен используются как давление, так и температура. Влажную, (за счет пара или воды) муку или крупу загружают в экструдер. По сути, экструдер представляет собой винтовой насос с низким давлением. За счет трения вырабатывается тепло, а иногда корпус нагревают паром. Под воздействием температуры и давления масса крупы или муки, находящаяся в корпусе экструдера, плавится. В области экструзионной головки температура может достигать 200 °С, а давление составляет 34 АТМ. При таких условиях масса становится очень пластичной и может принимать любую форму. После прохождения через формующую матрицу, масса расширяется из-за резкого падения давления. Влага испаряется, тем самым охлаждая продукт. Обычно содержание влаги в сырье составляет 12...20 %, а в готовом продукте – 8...15 % и поэтому продукт должен быть высушен после экструзии [43, 46].

На экструдат и степень его расширения влияют тип муки, ее состав (особенно содержание жира) и многие другие факторы. Для получения более гладких и однородных продуктов используются моноглицериды, но они не позволяют массе значительно расширяться. Основным преимуществом экструдера для приготовления взорванного зерна является то, что для получения продукта муку можно обрабатывать при относительно низком содержании влаги. В большинство систем необходимо добавлять воду, которую требуется удалять на более поздних стадиях процесса, что значительно удорожает продукцию, и благодаря своим экономическим преимуществам экструдеры имеют отличные перспективы.

Экструдер представляет собой агрегат, предназначенный для формования пластичных материалов путем проталкивания через формовочный инструмент (рис. 1). К основным технологическим параметрам экструдера относятся характеристики шнека, которым он оснащен: длина, диаметр, отношение длины шнека к диаметру, скорость вращения, профиль шнека [44, 56].

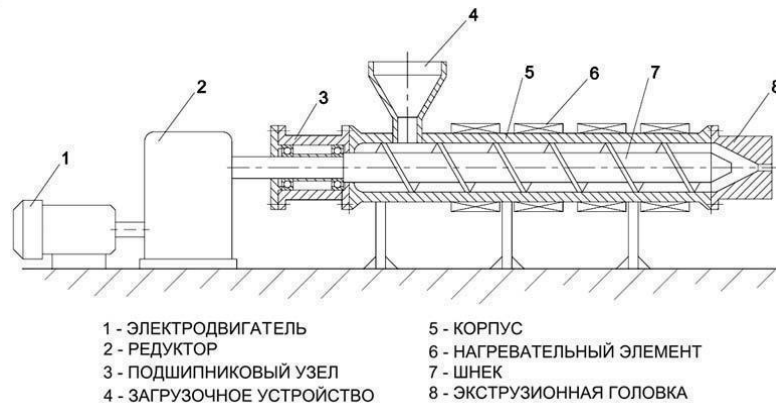


Рисунок 1 – Конструкция экструдера

По профилю шнека экструдеры классифицируются: одношнековые, двухшнековые, поршневые, с дисковыми агрегатами.

Основными недостатками экструзионной технологии являются низкая производительность большинства экструдеров, их небезопасная эксплуатация и высокий уровень шума.

Технология дополнительной гидротермической обработки в сочетании с плющением. Дополнительная гидротермическая обработка состоит из следующих операций: пропаривание исходного сырья, плющение и сушка хлопьев. Комплект оборудования по производству хлопьев из различных видов круп одинаков, отличаются режимы обработки. Данная технология чаще применяется для производства хлопьев из ячменя, пшеницы и ржи с повышенным выходом и пищевой ценностью.

При производстве крупы быстрого приготовления термическая влага направляется на превращение основных компонентов химического состава – крахмала и белков в полуготовое состояние. В любом готовом виде влажность крупы можно довести до 25...27%. Наилучшие результаты получаются при использовании промышленной моечной машины, в которой совмещены операции санитарной мойки и увлажнения. Процесс увлажнения крупы осуществляется в течение 40 минут в шнеках, вращающихся с меньшей скоростью.

Для термической обработки используются шнековые пропариватели. Обработка паром длится около 3 минут, давлением пара 0,1 МПа. В это время

крупa нагревается, в ней начинаются процессы термической денатурации белков, клейстеризации крахмала, продолжается испарение, влажность повышается до 28-29 %. После варки крупу снова, как и прежде, охлаждают в специальных контейнерах или шнек-смесителях. Время этой операции составляет 30...40 минут. После этого крупу сушат до влажности 23...25 %, которая является оптимальной для изготовления.

В гидротермических технологиях насыщенный пар используется при производстве крупы, не требующей варки. Приготовление блюда состоит из заливки кипятком и набухания (заваривания) каши в течение 10 минут.

В технологии гидротермической обработки при производстве круп, не требующих варки, используют операцию варки острым насыщенным паром. Кулинарная обработка такого продукта состоит из заливки кипящей водой и набухания в течение 10 минут. По технологии крупу увлажняют при мойке в промышленной моечной машине при расходе воды 2–2,5 литра на килограмм крупы. Экспозиция мойки 3–5 мин. При этом влажность крупы повышается до 27 ± 3 %. Крупу с такой влажностью обрабатывают в специальных варочных аппаратах воздействием водяным паром с давлением 0,2 МПа. Экспозиция обработки 45–60 мин, что соответствует времени полной кулинарной готовности. Влажность крупы после варки должна составлять 35 ± 3 %. В связи с этим в варочный аппарат добавляют расчетное количество воды. Расчет ведут по формулам усушки с учетом начальной и конечной влажности. При этом учитывают, что крупa может поглощать некоторое количество конденсата, которое устанавливают экспериментальным путем. Перед плющением сваренную крупу подсушивают при температуре теплоносителя 100–150 °С. Влажность крупы после подсушивания разная в зависимости от вида. Так, Для крупы из гречихи – 25 ± 2 % , а для пшеничной и перловой – 20 ± 2 %.

Обычно на производстве ГТО включает обработку (пропаривание) влажным паром и последующую сушку (длительность обработки до 100 минут при температуре 88–98 °С). В процессе сушки формируется характерный

«овсяный» вкус крупы, крахмал проходит определенные стадии клейстеризации, также сушка снижает микрофлору зерна.

Однако процесс сушки сложно контролировать и он не является энергосберегающим. Также, существует риск микробиологического загрязнения зерна из воздуха при охлаждении крупы после ГТО.

Сравнительно недавно технология перегретого пара (ПП) рассматривалась как альтернативная технология сушки пищевых продуктов. ПП – это ненасыщенный пар, полученный нагреванием насыщенного пара, повышается температура ПП, меняется температура кипения пара (меняется температура конденсации). Из-за разницы температур между ПП и сырым продуктом происходит удаление влаги из продукта. Сушка с применением ПП осуществляется в закрытой системе, при этом давление внутри и снаружи системы остается постоянным из-за повышения температуры и влажности пара (влаги из продукта). Однако при сушке горячим воздухом часть воздуха необходимо заменить свежим или использованным увлажненным воздухом, или во время сушки произойдет обезвоживание.

При переработке паром изменения, происходящие в крупе, заключаются не только в сушке продукта, но и в клейстеризации крахмала, разрушаются ферменты, денатурируются белки, меняются цвет, запах и структура зерна (крупы). Поэтому название «обработка ПП» является более правильным, чем «сушка ПП», когда ПП используется для термической обработки продуктов. Преимуществами ПП перед сухим паром являются энергоэффективность, повышение качества сушки, снижение воздействия на окружающую среду за счет повторного использования воздуха и конденсата [74].

Технологически ГТО решает главную задачу – высокоэффективное отделение неперевариваемых, малоценных, грубых оболочек и эндосперма. Эндосперм зерна является источником основного продукта – муки или крупы, а шелуха и отруби производятся из оболочек злаков. При термических методах воздействия, за счет биохимических изменений, улучшается усвояемость, а также органолептические свойства продуктов. Использование этой технологии

приводит также к улучшению питательных свойств продуктов за счет перемещения растворимых биологически активных веществ из зерна в эндосперм. При термических методах воздействия за счет биохимических изменений улучшается усвояемость и органолептика зерновых продуктов. В то же время гидротермическая обработка зерна позволяет получать продукты с заданной влажностью и обеспечивает более длительные сроки безопасного хранения.

Варочные аппараты периодического действия широко используются при термической обработке цельнозерновых продуктов – кукурузы, пшеницы, рисовых хлопьев и хрустящего риса, которые изготавливаются непосредственно из предварительно обработанного зерна. Они также успешно используются для термической обработки зерновых продуктов на основе пшеницы (например, отрубей или пшеничной муки, для которых зёрна пшеницы грубо измельчаются). Технологии термообработки продолжают использоваться, несмотря на развитие новых технологий. Обычно это происходит по одной или нескольким причинам:

1) отсутствие альтернативного метода (например, непрерывная или экструзионная термическая обработка, которая придает вкус и внешний вид традиционному зерновому продукту, такому, как, в частности, кукурузные хлопья);

2) отказ от непрерывной термической обработки из-за проблем, связанных с санитарно-гигиеническими аспектами или техническим обслуживанием;

3) технология управления была настолько усовершенствована, что разница между периодической термической обработкой и другими процессами термической обработки сводится только ко времени загрузки и выгрузки.

Ротационный варочный аппарат периодического действия оснащен резервуаром высокого давления, вращающимся вокруг своей оси (рис. 2). Вместимость таких устройств обычно составляет 550...900 кг, хотя существуют как более крупные, так и более мелкие устройства (последние в основном находятся в лабораториях). Некоторые производители выпускают фирменные конструкции варочных аппаратов разных размеров «на заказ». К сожалению,

производители (в отличие от разработчиков) выпускают устройства только в соответствии с требованиями заказчика, и в этом случае эффективность и производительность устройства полностью «на совести» производителя, (то же самое касается используемых деталей и узлов).

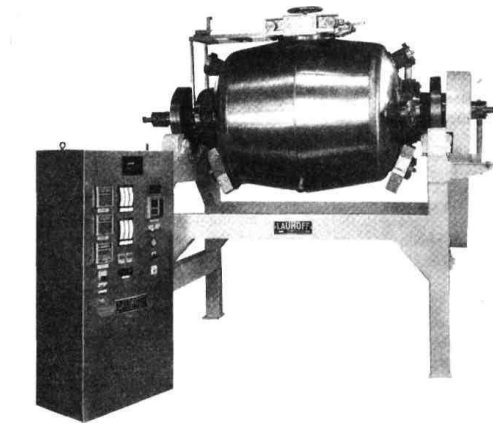


Рисунок 2 – Ротационный варочный аппарат периодического действия для работы под давлением с автоматическим управлением

Технология производства круп с применением микронизации. Процесс микронизации заключается в термической обработке зерна или крупы инфракрасными лучами, длина волны которых составляет 0,8-1,1 мкм, а мощность излучения обеспечивает нагрев продукта до 90-95 °С за 50-90 секунд. Под действием инфракрасного излучения внутриклеточная вода закипает в зерне (крупе), и возникающее в результате этого внутреннее давление раздувает его, в то время как молекулы крахмала разрываются. В целом технология микронизации включает в себя очистку зерна, шелушение, увлажнение и отволаживание (в зависимости от культуры), пропаривание, микронизацию и охлаждение. К недостаткам этой технологии можно отнести необходимость повторной очистки большинства злаков, изменение внешнего вида круп (во время производства хлопьев микронизированный продукт подвергается плющению).

Вот несколько запатентованных методов приготовления круп быстрого приготовления.

Способ обработки смеси круп с овощами, который предусматривает обработку в микроволновом поле частотой 2450 МГц со скоростью нагрева зерна 0,4...0,8⁰ С/с. Обработку проводят в течение 60...180 секунд, до достижения конечной температуры продукта 60-65 С. Данный способ обеспечивает только обеззараживание круп и улучшение их потребительских свойств, способ обработки не предназначен для сокращения времени доведения смеси круп и овощей до кулинарной готовности [62].

Также существует способ получения зернового продукта быстрого приготовления с добавлением овощей, который предусматривает, что варке с экструдированием должна быть подвергнута смесь воды, злаков, содержащих крахмал, овощного пюре, растительного порошка, жира и соли. Определенное количество пара удаляется и выходит из экструдера, так что в смеси остается 15...23 % воды. На выходе из экструдера смесь формуют в гранулы и сушат [63]. Продукт готов к употреблению, но в кулинарной обработке ограничен – приготовить и него вариации блюд невозможно.

Способ приготовления продуктов быстрого приготовления из крахмалсодержащих круп, включает в себя увлажнение крупы, инфракрасную термообработку, выдержку круп в течение 3-6 минут при постоянном перемешивании, повторное увлажнение круп водой при температуре 18-20 °С в количестве 2,0-3,0 % от общей массы круп, со снижением температуры пара в течение 5-10 минут при снижении температуры круп до 60...70°С и последующим окончательным охлаждением крупы до 18...20° С. Основным недостатком данного способа является сложность и трудоемкость технологической обработки круп, а также короткий срок хранения продукта [39].

Основным эксплуатационным фактором в этих новейших технологиях является термическая обработка зерновых культур. Поэтому было решено использовать микроволновое поле при производстве быстрорастваривающихся злаков, заменив их инфракрасным нагревом.

1.2 Перспективное использование электрофизических (СВЧ) способов обработки для производства круп

Электрофизические процессы обработки материалов и пищевых продуктов основаны на непосредственном воздействии на материал электрического тока в сочетании с механическим воздействием, а также с использованием электромагнитной энергии излучения.

В группу электрофизических методов относят обработку переменным электрическим током; воздействие электростатического, высокочастотного, сверхвысокочастотного полей (СВЧ); инфракрасным излучением (ИК); электроконтактную обработку.

В некоторых случаях используются комбинированные методы. Например, варку проводят под воздействием СВЧ, а на последнем этапе – инфракрасным излучением для образования корочки.

В технологиях тепловая обработка крупы является основным эксплуатационным фактором. Поэтому при производстве быстрорастворимых круп было решено заменить инфракрасное излучение на сверхвысокочастотное (СВЧ).

Принцип воздействия СВЧ на продукты заключается в перемещении молекул, выравнивая их в соответствии с силовыми линиями электромагнитного поля. Из-за изменения поля молекулы со временем меняют направление. Молекулы «раскачиваются» в потоке, сталкиваются, соприкасаются друг с другом, при этом материал отдает энергию соседним молекулам. Так как температура атомов или средняя кинетическая энергия в материале прямо пропорциональна, это означает, что смешивание молекул увеличивает температуру материала. Таким образом, тепловая энергия является механизмом преобразования электромагнитной энергии в тепловую материальную энергию.

Термическая обработка зерна микроволновым излучением позволяет решить следующие задачи: снизить конечную температуру производимой крупы, уменьшить разницу температур на поверхности и в каждом зерне,

контролировать выработку микролитов в объеме всей крупы, контролировать развитие температурных и влажностных градиентов.

Как было установлено, при систематическом перемешивании крупы в микроволновом поле требуется время, необходимое для формирования прочной структуры в объеме крупы, состоящей из высококачественных декстринов, клетчатки и углеводов. Это позволяет создать структуру пористую, которая используется для максимальной сорбции. Если этот технологический прием осуществляется менее чем за 3 минуты, то образование высококачественных декстринов в крупе, содержащей углеводород, не наблюдается. Если этот технологический прием длится более 6 минут, то происходит быстрое снижение содержания витаминов группы В и сорбция. Регулярное перемешивание необходимо для уничтожения липидов, а также для предотвращения образования воды и агломерации. Из-за того что температура в микроволновом поле изменяется более равномерно, влажность зерна постепенно снижается и зерно высыхает [54].

В ходе экспериментов было установлено, что внешний вид крупы изменился – объем увеличился на 5 %. При этом крупа сохраняет целостность крупинки, что позволяет в дальнейшем варить из нее рассыпчатую кашу. Это является преимуществом применения СВЧ обработки, в сравнении с другими способами, так как из хлопьев и продуктов экструзии нельзя сварить рассыпчатую кашу.

Обработка крупы в микроволновом поле позволяет снизить скорость приготовления в 3 раза, тем самым уменьшая процесс сушки и пропаривания. Результатом исследования является разработка технологии производства каши быстрого приготовления. Также если увлажнение проводить не водой, а водным раствором минералов и витаминов, за счет высокой пористости возможно обогащение круп быстрого приготовления.

Внедрение СВЧ в пищевой промышленности происходит постепенно. Связано это с техническим совершенствованием и доступностью СВЧ магнетрона. Уже доказано преимущество СВЧ в сравнении с другими способами

нагрева (ИК, нагрев в водной или воздушной среде), положительное влияние СВЧ на сохранность витаминов (статьи исследователей ФГБНУ «НИИ питания», ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ), НИИ «Малотоннажная химия»). Применение СВЧ за последние 5-15 лет заметно увеличилось, например, СВЧ активно используется для сушки продуктов питания [63, 64, 66, 67].

При применении СВЧ для разморозки продуктов питания основной проблемой является сохранение хрустящей консистенции.

Потребление предварительно обжаренных замороженных продуктов, пригодных для использования в микроволновой печи, растет из-за их удобства, доступности и короткого времени приготовления. Хрустящая корочка является одним из наиболее важных органолептических свойств предварительно обжаренных замороженных продуктов, которые можно использовать в микроволновой печи. Однако эти пищевые продукты могут потерять это желательное качество во время их производства, транспортировки и приготовления из-за поглощения масла и миграции воды [129].

СВЧ излучение используется в процессах сушки. На данный момент наибольший интерес сводится к подбору энерго- и ресурсосберегающих технологий, а так же автоматизация процессов сушки и обработки [102, 130, 133].

Проблемы ресурсо – и энерго-сбережения актуальны во всем мире: как с экономической точки зрения, так и с экологической.

Предложена модель оптимизации работы два двухбарабанной сушилки (продукт в атмосферных условиях), используемой при производстве каши из сухих завтраков. Задача определяет оптимальную температуру пара и оптимальную скорость вращения, которые минимизируют энергозатраты на работу сушилки для ряда рабочих условий, которые считаются различными: состав продукта, конечное содержание влаги, толщина и начальная температура [136].

Снижение потенциала глобального потепления (ППП) является актуальным не только при производстве продуктов питания, но при их потреблении. Проведены исследования воздействия потребления каш на окружающую среду.

Сравнивались два вида продуктов: сухие КБП, в которые перед применением необходимо добавить воду, и «влажные», то есть готовые к употреблению. Определено, что последние в 2,6 раз оказывают воздействие на окружающую среду. «Основными точками для обоих продуктов являются сырье и производство; упаковка также важна для влажного варианта. Для сухой каши изменение рецептуры продукта снизит воздействие на окружающую среду на 1–67 %, включая снижение потенциала глобального потепления (ПГП) на 34 %. Снижение содержания воды в зерновой смеси в сухой каше с 80% до 50% позволит снизить ПГП производственного процесса на 65% и на 9% в течение всего жизненного цикла. Использование пластикового пакета вместо стеклянной банки уменьшит воздействие влажной каши на окружающую среду на 7–89 % [96, 100].

Исследована физическая модификация рисовой муки тепловлажностной обработкой СВЧ-излучением и ее влияние на реологические и пастообразные свойства безглютеновых смесей и физические качества получаемого из них хлеба. Рисовая мука, обработанная MW-30 %, показала наиболее заметные результаты. Это обеспечило повышенную вязкоупругость теста по сравнению с контролем (100 % нативная рисовая мука) [128].

Микроволновое облучение, используемое для нагревания, оказывает положительное влияние на модификацию нативной матрицы злаков, приводя к высвобождению питательных соединений в водные экстракты. Овсяные отруби с более низкой калорийностью можно использовать в качестве питательных цельнозерновых хлопьев для завтрака, поскольку они содержат большое количество медленно усваиваемых углеводов и твердых веществ с антиоксидантной активностью. Специально для минимально обработанных зерновых продуктов микроволновое нагревание может доставить гораздо больше полезных соединений, чем обычная кулинария, которая из-за продолжительного времени тепловой обработки в конечном итоге обеспечивает большее количество слишком большого количества легко усваиваемых углеводов, что может вызвать высокий гликемический ответ [104, 105].

Оценено влияние микроволновой обработки, способа упаковки и времени хранения на качество риса во время хранения. Содержание воды, содержание свободных жирных кислот и содержание белка были снижены, но значение сырого риса и органолептические качества вареного риса увеличились по мере увеличения потребления энергии микроволнами. Качество как обработанного микроволновой печью, так и необработанного риса менялось во время хранения, но в образце обработанного риса эти изменения были меньше. Различия в содержании белка, жира и общего содержания сахара между обработанным и необработанным рисом были значительными в начале хранения, но не после хранения более 120 дней [121].

В исследованиях изучалось влияние микроволнового облучения на состав, структуру, термические свойства и свойства хранения риса (в т.ч. различной степени помола), овса, пшеницы. Микроволновое облучение создавало трещины напряжения и «взрывы», снижало активность липазы и липоксидазы, тем самым подавляя образование свободных жирных кислот при хранении. Эти результаты свидетельствуют о том, что микроволновое облучение потенциально применимо для улучшения свойств хранения коричневого и молотого риса [109, 116, 128, 134].

Предварительная микроволновая обработка ядер цельнозернового сорго улучшила стабильность муки при хранении, но лишь незначительно повлияла на органолептические свойства каши. Обработка замедляла развитие прогорклости за счет инактивации липазы, в большей степени при уровне энергии 90 кДж/100 г, чем 36 кДж/100 г. Как следствие, каши из обработанной зерновой муки были менее прогорклыми, чем каши из необработанного зерна [120].

На основе анализа изложенного выше материала были сделаны следующие выводы:

1) определены направления развития технологий в крупяной отрасли – это сокращение экономических, энергетических и ресурсных затрат, а также времени

производства. Второе направление – сократить время доведения до кулинарной готовности каши быстрого приготовления или готовые к употреблению завтраки;

2) основными технологическими приемами получения каш быстрого приготовления являются быстрое тепловое воздействие на крупы (пропаривание, нагрев перегретым паром, обжарка, микронизация) или резкое изменение давления (экструзия). Рассмотрены преимущества и недостатки методов.

3) анализируется влияние физических свойств зерна (размер, форма) при технологических операциях (дробление, плющение) на потребительские характеристики.

4) оборудование и технологии для производства каш быстрого приготовления развиваются в направлении энергосбережения, при этом важными факторами являются повышенная производительность, простота ремонта и эксплуатации, возможность модернизации и стоимость оборудования;

5) возможно использование сверхвысокочастотного (микроволнового) излучения для производства каш быстрого приготовления с сохранением при этом большей части микронутриентов и улучшением потребительских характеристик и безопасности продукта.

2 МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основной методологией диссертационного исследования является методология структурного анализа. В работе также применяли математический анализ и общепринятые и специальные химические, физико-химические, органолептические, микробиологические методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов и готовых изделий, методология общей теории систем.

Объектами исследования являлись крупы, не прошедшие дополнительную обработку с целью уменьшения времени варки, а также вода, лук жареный сушеный, морковь сушеная, соевое мясо, чеснок сушеный. Обработка СВЧ показала положительный эффект (уменьшение времени варки) для многих видов круп: рисовая, овсяная, перловая, гречневая, пшённая. Для проведения лабораторных исследований было выбрано 2 вида круп: гречневая ядрица (далее просто крупа гречневая) и перловая:

- крупа перловая, ГОСТ 5784–22 (контроль);
- крупа перловая, обработанная СВЧ;
- крупа перловая, обработанная ИК (обработана на установке УТЗ-4);
- крупа гречневая, ГОСТ 5550–21 (контроль);
- крупа гречневая, обработанная СВЧ;
- крупа гречневая, обработанная ИК (обработана на установке УТЗ-4).

Объектами являлись крупы ООО "ТК Агроторг", произведенные с 2013 до 2020 гг.

Выбор круп основан на следующих принципах: гречневая крупа – одна из самых популярных круп на рынке, обладает высокой пищевой ценностью, например, при сравнении с рисовой крупой; перловая крупа – недооценена потребителями. Перловая крупа обладает более высокой калорийностью, более низким гликемическим индексом (для гречневой крупы ГИ 49...60, перловой крупы – 22...35) [138].

Предметом данного исследования являются методология проектирования и исследование пищевых систем.

SADT – это методология структурированного анализа и проектирования, которая объединяет различные компоненты, включая процесс моделирования (создание диаграмм и моделей для представления процессов, потоков данных и архитектуры системы), управление конфигурацией проекта, языковые инструменты, управление проектом [142].

Методология SADT широко применяется при разработке сложных систем, и ее можно использовать для широкого спектра приложений, от разработки программного обеспечения до инженерных и производственных процессов.

Методология математического анализа применялась для решения двух основных задач: выбора оптимального режима для производства КБП и подбор оптимальных рецептур для продуктов на основе КБП.

Для построения уравнений регрессии зависимости влияния СВЧ обработки (две переменные: продолжительность и мощность обработки) на потребительские характеристики круп применялся метод наименьших квадратов. Значимость уравнений регрессии оценивали расчетом критерия Фишера.

Опытные и контрольные образцы готовили из одних партий сырья.

2.1 Методы исследований

Общепринятые методы исследования сырья проводили в соответствии с ГОСТ (табл. 2.1). Отбор проб круп осуществляли согласно ГОСТ 26312.1.

Образцы круп анализировали по микробиологическим показателям на соответствие требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011.

Таблица 1 –Общепринятые методы

Определяемый показатель	Нормативный документ
содержание сахаров в крупе	ГОСТ 15113.6–77
содержание общего азота с пересчетом на общий белок в крупе по коэффициенту 6,25 методом Къельдаля	ГОСТ 10846–91
содержание крахмала в крупе	ГОСТ 10845–98;
зола (гравиметрический метод)	ГОСТ 15113.3–77
состояние (степень деструкции) крахмала	ГОСТ 29177-91
кислотное число жира	ГОСТ 31700–2012
перекисного числа (гидроперекисей и пероксидов)	ГОСТ 31485–2012
определения витаминов группы В	ГОСТ 32042-2012
мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы (КМАФАиМ)	ГОСТ 10444.15–94
дрожжи и плесени	ГОСТ 10444.12–88
бактерии группы кишечной палочки (БГКП)	ГОСТ Р 52816–2007
органолептическая оценка развариваемости круп	ГОСТ 26312.2-84
витамин В1 (тиамин)	ГОСТ 29138-91
витамин В2 (рибофлавин)	ГОСТ 29139-91

Определение водосвязывающей способности

Водосвязывающая способность показывает, количество воды может связать исследуемое сырье в процентах к собственной массе, позволяет прогнозировать изменения доли влаги в процессе хранения, контролировать процесс.

Крупу измельчали, навеску массой 1 г помещали во взвешенную центрифужную пробирку. Затем добавляли 10 см³ дистиллированной воды и перемешивали в течение 1 мин при 1000 мин⁻¹, затем смесь оставляли в покое на 30 мин, после чего ее центрифугировали с целью разделения на фракции (15 мин со скоростью 4000 мин⁻¹). Жидкую часть удаляли аккуратно, взвешивали пробирку и рассчитывали по формуле 1 водосвязывающую способность:

$$BCC = \frac{(m_{ц.п.}^2 - m_{ц.п.}^1)}{m_n} 100\% , \quad (1)$$

где, ВСС – водосвязывающая способность, %;

$m_{ц.п.}^1$ – масса центрифужной пробирки с крупой до добавления воды, г;

$m_{ц.п.}^2$ – масса центрифужной пробирки с крупой после слива воды, г;

m_n – масса навески, г.

Колориметрический метод определения активности амилазы. Метод основан на определении количества нерасщепленного амилазой крахмала на фотоэлектроколориметре после обработки раствором йода.

К инструментальным исследованиям можно отнести дериватографию КБП и контрольных образцов.

2.2 Разработка структурно- функциональной модели системы производства круп быстрого приготовления и продуктов на их основе

Примените методологии функционального моделирования при организации, планировании и анализе производства продуктов питания в настоящее время актуально.

Результатом применения методологии SATD является модель производства, которая состоит из диаграмм, фрагментов текстов и глоссария, имеющих ссылки друг на друга.

Применяя методологию SATD, составили структурно-функциональную модель пищевой системы производства продуктов на основе круп быстрого приготовления (КБП) с применением СВЧ обработки.

Прототипом пищевой системы является линия получения круп быстрого приготовления и хлопьев не требующих варки [142]. Структурно функциональная модель данного способа и ее краткое описание представлены в приложении А, технология описана в приложении В.

На рисунке 3 представлен функциональный блок «Произвести КБП и продукты на их основе» и интерфейсные дуги.

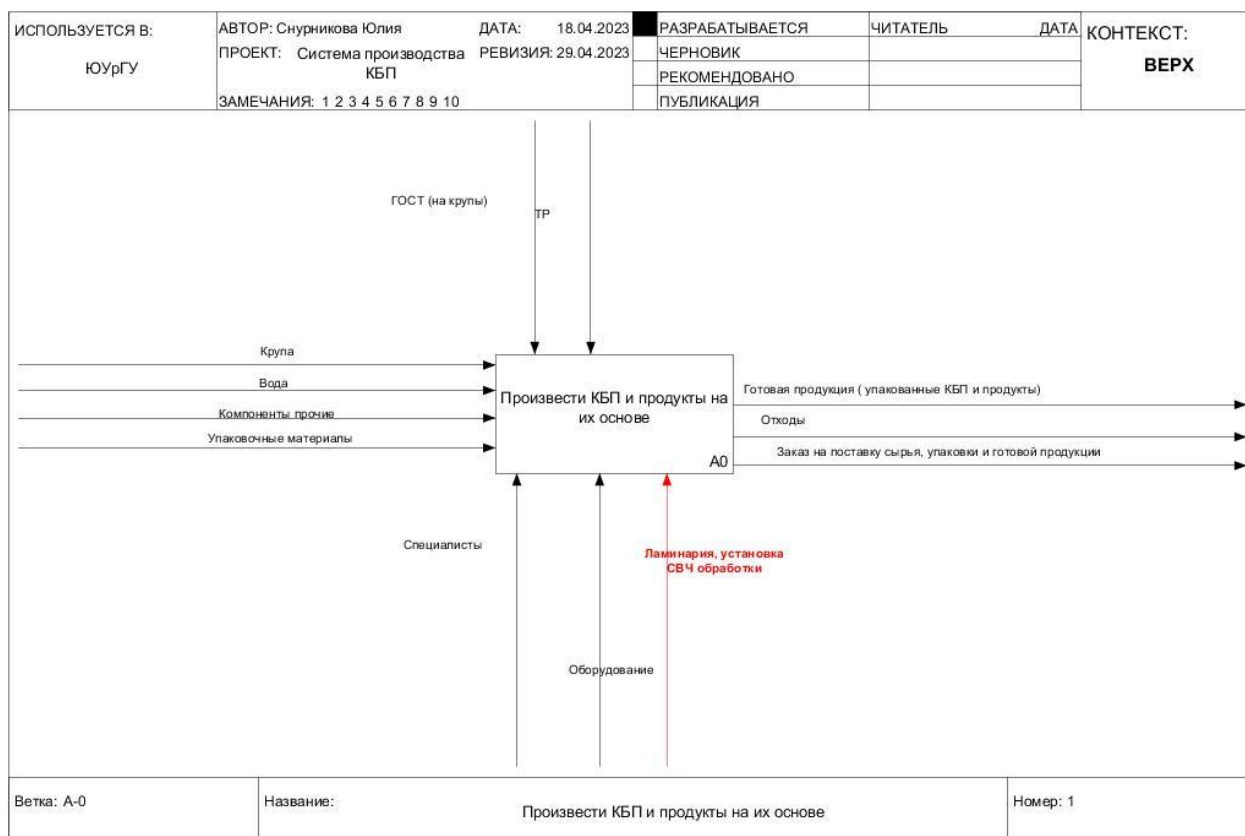


Рисунок 3 – Функциональный блок «Произвести КБП и продукты на их основе» и интерфейсные дуги

Интерфейсная дуга сверху – управляющая информация. К ней относятся ГОСТы (по крупам, по определению показателей качества и безопасности), ТР – Технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011.

Интерфейсные дуги входящие слева в функциональный блок являются входящими. К ним относятся крупа: гречневая и перловая; вода; компоненты прочие: лук жареный сушеный, морковь сушеная, соевое мясо, а также смесь специй и пряностей для придания более яркого вкуса и аромата (чеснок сушеный); упаковочные материалы.

Интерфейсные дуги входящие в функциональный блок снизу являются механизмами: специалисты, оборудование, установка Ламинария (установка для СВЧ обработки).

Интерфейсные дуги выходящие из функционального блока являются выходными и завершают производство изделий, т.е. на выходе системы: отходы;

заказы на поставку сырья, упаковки и готовой продукции; готовая продукция (упакованные и готовые к реализации КБП и продукты на их основе).

Рассмотрим структурно-функциональную модель технологической системы **производства КБП и продуктов на их основе** (см. рис. 4).

Данная система включает 5 функциональных блоков:

- А1 Функциональный блок «Складировать сырье». Данный блок обозначает процессы приемки сырья по количеству и качеству, в соответствии с требованиями ГОСТ и ТР, его хранении, передачи информации о качестве и количестве основного и вспомогательного сырья. Процессы осуществляют при помощи специалистов и оборудования.
- А2 Функциональный блок «Планировать» обозначает множество действий и процессов, связанных с организацией производства КБП, оценкой их потребительских характеристик, определение зависимостей и подбор оптимальны режимов обработки круп. А также составление нормативной документации (ТИ и ТУ) и заказа на производство.
- А3 Функциональный блок «Произвести КБП» отвечает за непосредственное производство КБП из подготовленной крупы, в соответствии с заданием и режимами обработки, выданными блоком А2 «Планировать». Производство осуществляют специалисты с применением оборудования, в частности установки для СВЧ обработки Ламинария.
- А4 Функциональный блок «Произвести продукты на основе КБП». Данный блок обозначает процессы производства продуктов на основе КБП, по рецептурам из блока А2. В процессе производства специалистами применяется оборудование.
- А5 Функциональный блок «Упаковать и складировать готовую продукцию» включает процессы упаковки и контроля качества готовой продукции, и ее складирования с последующим хранением.

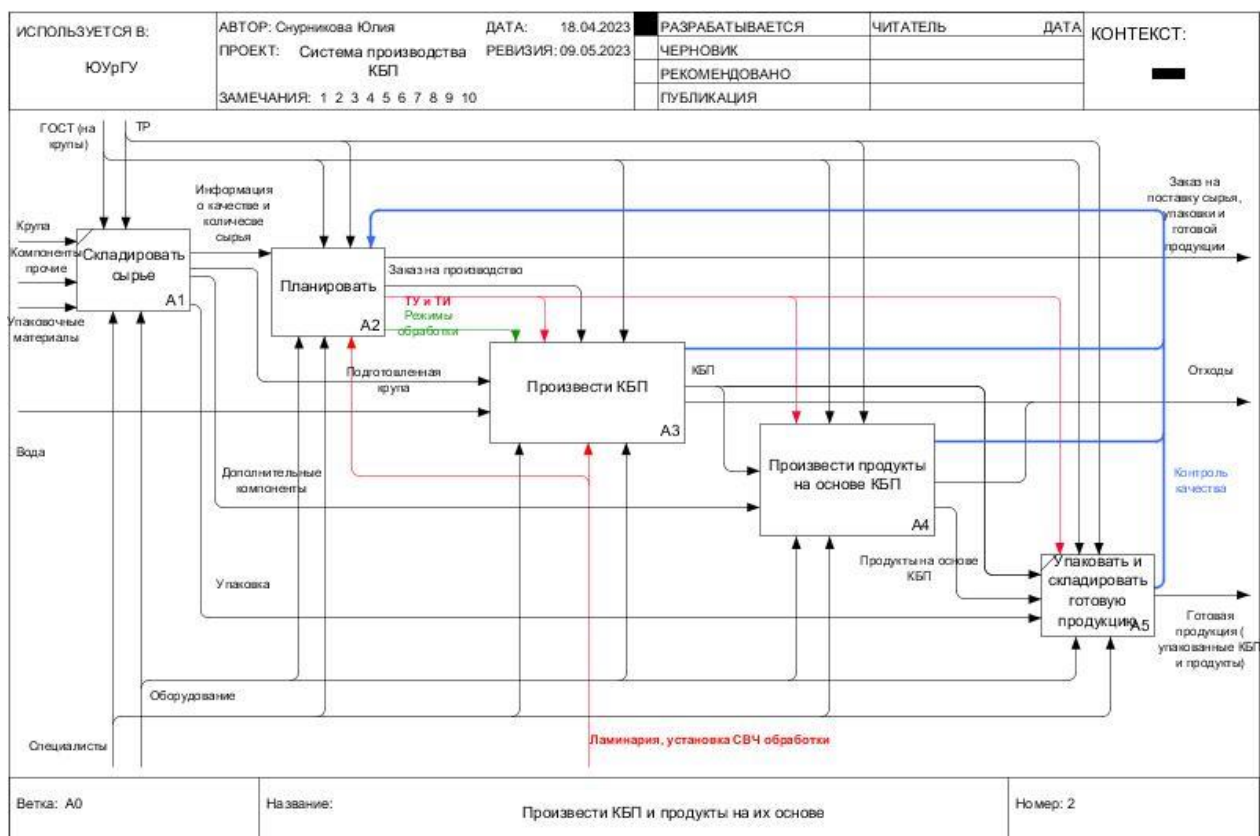


Рисунок 4 – Структурно-функциональная система производства КБП и продуктов на их основе

Более детально составим декомпозицию блоков A2, A3 и A4.

В родительском блоке **A2 «Планировать»** выделим 4 функциональных блока (рис.5). Задачами данного блока являются определить зависимости показателей крупы длительности и мощности СВЧ обработки, составить математические модели, разработать нормативные документы (ТИ и ТУ).

Функциональный блок **A21 «Определить и анализировать характеристики круп»** необходим для обработки входящей информации о качестве и количестве сырья. Данная информация сравнивается с требованиями ГОСТ (ГОСТ 5784–22 Крупа перловая [28], ГОСТ 5550–21 Крупа гречневая [27]) и ТР [84].

На выходе получает сведения о качестве крупы: исходная влажность сырья, органолептические показатели, длительность варки, количество сырья (для составления задания на производство).

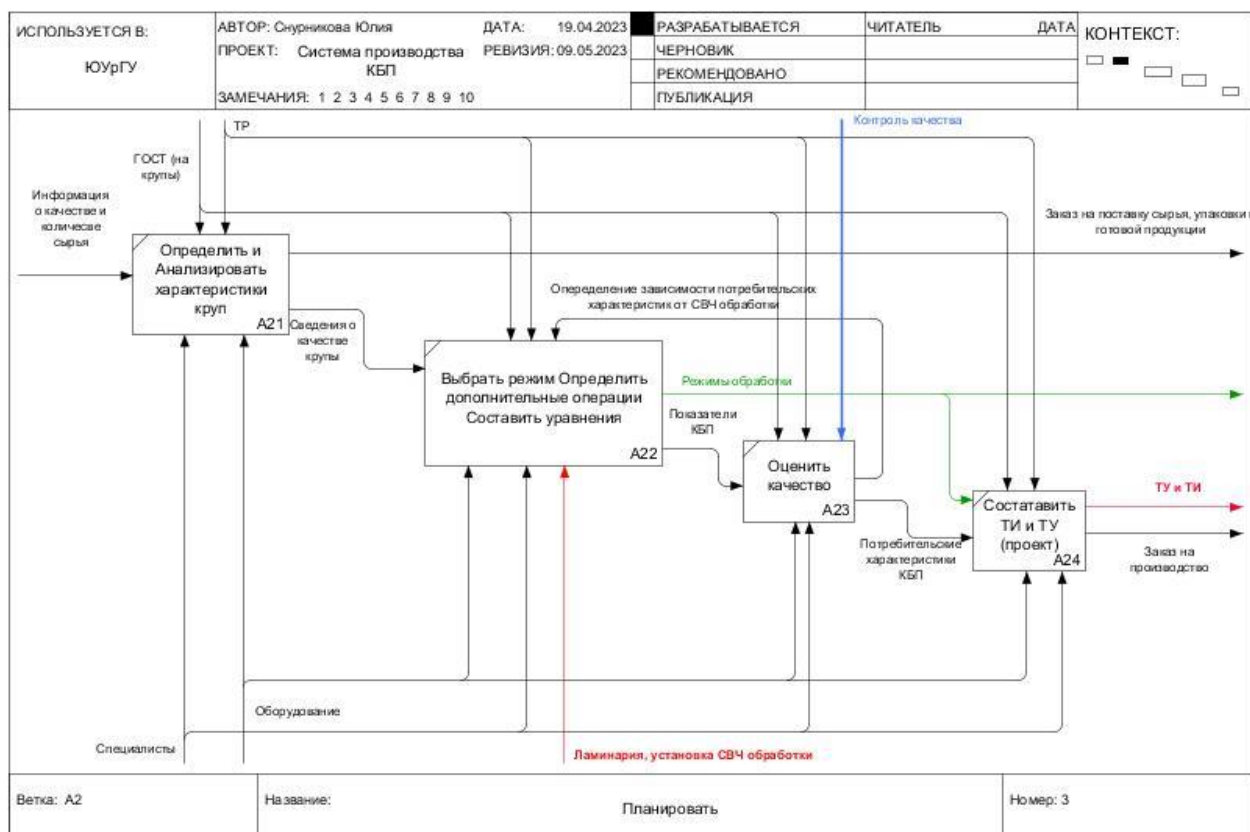


Рисунок 5– Декомпозиция блока А2 «Планировать»

Данные сведения передаются на блок А22 «Выбрать режим. Определить дополнительные операции. Составить уравнения». В данном блоке происходит анализ полученной информации; для заданной крупы подбирается оптимальный режим обработки (длительность СВЧ обработки и ее мощность), необходимые дополнительные технологические операции (увлажнение сырья), определяются зависимости потребительских характеристик от СВЧ обработки. На основе анализа составляются математические уравнения зависимости потребительских характеристик (времени варки [24] и влажности сырья [25]) от длительности и мощности СВЧ обработки.

Функциональный блок А23 «Оценить качество» является важным этапом в производстве крупы. Он используется для определения соответствия полученного продукта требованиям качества, установленным ГОСТ и ТР. Блок выполняет эту задачу, анализируя потребительские характеристики крупы: время варки, органолептические показатели, влажность сырья и пищевая ценность

крупы. Время варки до готовности является важнейшим параметром при оценке качества крупы. Оно означает время, необходимое для того, чтобы зерна крупы полностью проварились и стали мягкими. Необходимое время приготовления зависит от типа и размера зерен.

Функциональный блок А23 измеряет время варки и сравнивает его с требованиями, установленными ГОСТ и ТР. Органолептические характеристики относятся к сенсорным свойствам крупы, таким как вкус, аромат, внешний вид и текстура. Эти характеристики важны для определения общего качества продукта. Функциональный блок А23 оценивает органолептические характеристики крупы и сравнивает их с требованиями, установленными ГОСТ [27, 28] и ТР[84]. Влажность сырья также является важным параметром, который необходимо учитывать. Содержание влаги влияет на срок хранения и качество продукта.

Оценивая эти потребительские характеристики, функциональный блок А23 помогает обеспечить высокое качество производимой крупы и ее соответствие требуемым стандартам.

Функциональный блок А24 «Составление ТИ и ТП (проект)» играет важнейшую роль в составлении нормативной документации по производству крупы. Блок составляет ТИ (технологические инструкции) и ТП (технологический проект) на основе результатов работы блоков А22 и А23.

ТИ и ТИ (проект) – это нормативные документы, которые содержат подробные инструкции по последовательному производству требуемого продукта. Эти документы включают информацию о спецификациях сырья, этапах обработки, требованиях к оборудованию, процедурах контроля качества и упаковке. Функциональный блок А24 составляет эти документы на основе данных, собранных в блоках А22 (Оптимизация рецептуры) и А23 (Оценка качества). Эта информация используется для определения оптимальной рецептуры продукта, включая количество сырья, температуру и время обработки.

Регламентирующие документы составляются на ПМА (программируемая математическая автоматизация), которая представляет собой компьютеризированную систему, контролирующую производственный процесс.

ТИ и ТИ (проект) используются для программирования системы ПМА для обеспечения последовательного производства высококачественной крупы.

В блок также входит оптимизация рецептуры продуктов на основе ПМА с использованием методов математического моделирования. Этот метод направлен на определение оптимального набора параметров, которые позволят получить желаемые характеристики продукта при минимизации затрат и максимизации эффективности.

Составляя документы ТИ и ТП (проект), функциональный блок А24 обеспечивает документирование производственного процесса и программирование оборудования для производства крупы в соответствии с определенными стандартами. Это важный этап в производстве высококачественной крупы, отвечающей нормативным требованиям и ожиданиям потребителей.

Функциональный блок **А3 «Произвести КБП»** включает процессы производства КБП (рис.6).

Производство разделено на 3 функциональных блока.

Производство круп включает в себя 3 функциональных блока. На первом этапе, крупа со склада А1 и вода поступают на производственную линию А31, где происходит их очистка и увлажнение до уровня 28-31%.

Затем, крупа проходит обработку в поле СВЧ установкой Ламинария в блоке А32, где оптимальный режим обработки для каждого вида крупы определяется с помощью выходных данных блока А22. На последнем этапе, крупа высушивается рассевом до влажности 15% в блоке А33.

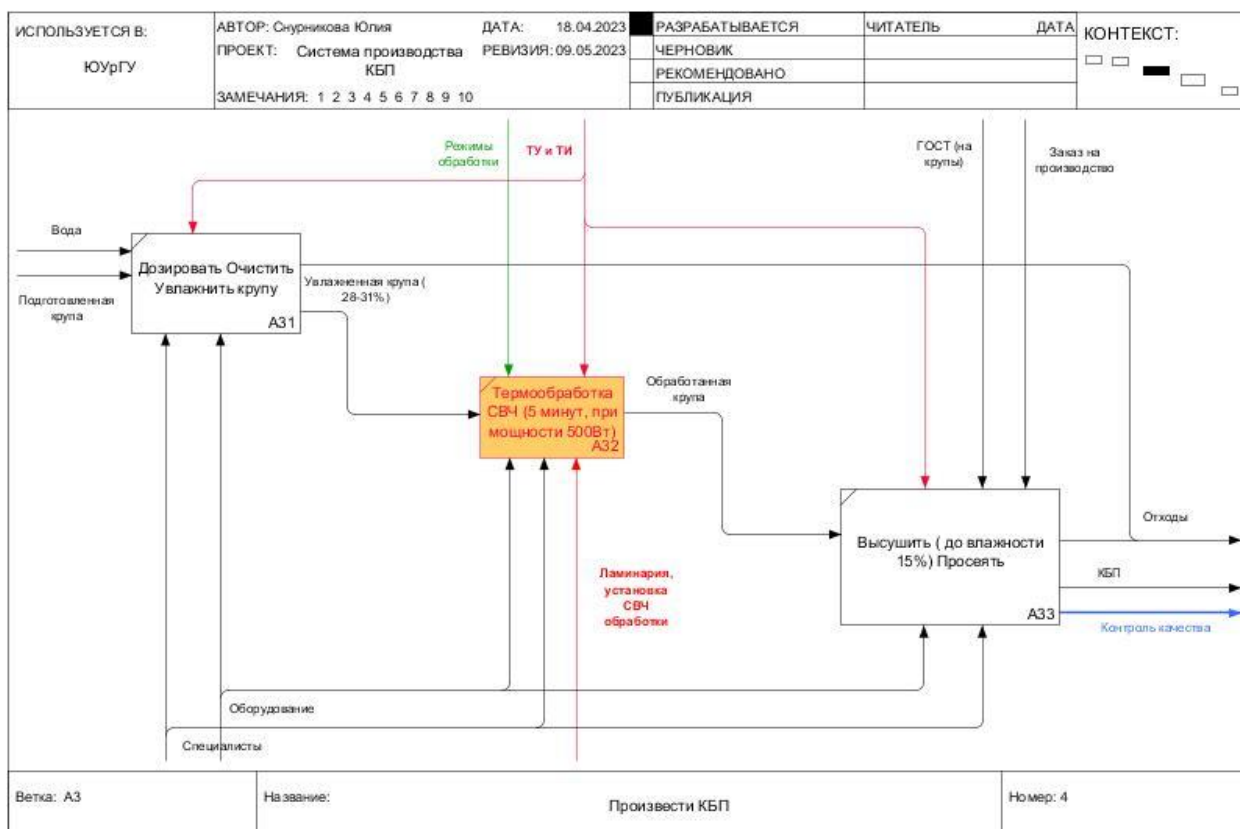


Рисунок 6 – Декомпозиция блока А3 «Произвести КБП»

Функциональный блок **А4 «Произвести продукты на основе КБП»** описывает процессы производства продуктов на основе КБП. На схеме представлено производство крупно-овощных смесей и гранолы (рис. 7).

Входящим сырьём в блок А41 «Дозировать КБП» является КБП, из блока А33. Они взвешиваются согласно рецептурной закладке (по ТУ) и передаются в блок А43.

В блок А42 «Дозировать компоненты» поступает со склада А1 компоненты лук жареный сушеный, морковь сушеная, соевое мясо, смесь специй и пряностей. Дозированные компоненты передаются в блок А43 для соединения и перемешивания до однородного распределения. После крупно-овощная смесь 2 поступает на кратковременное хранение А45.

При производстве гранолы, все компоненты перемешиваются в блоке А43 (крупно-овощная смесь 1), затем запекаются и охлаждаются А44.

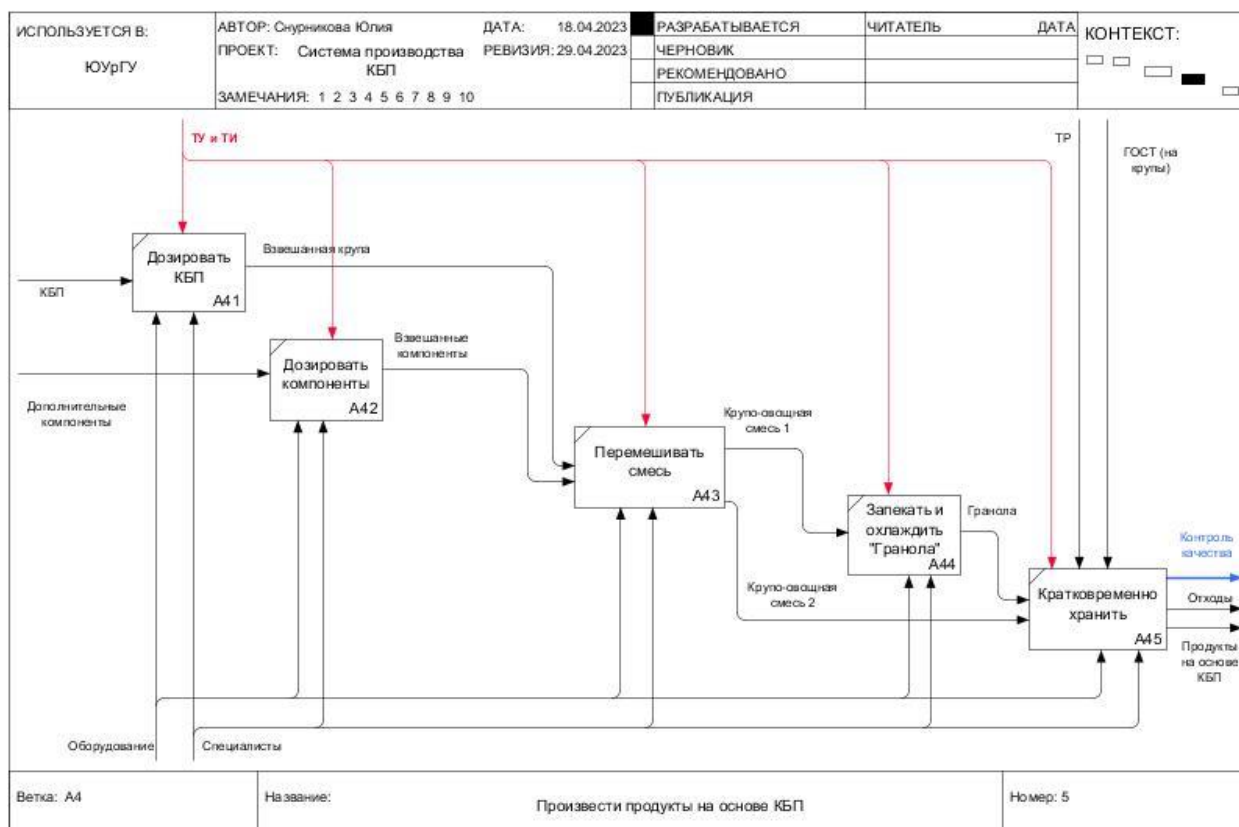


Рисунок 7 – Декомпозиция блока А5 «Произвести продукты на основе КБП»

На выходе из блока А4 получаем продукты на основе КБП, подготовленные к упаковке, хранению и последующей реализации, отходы, и данные для блока «Планировать» по контролю качества продукции.

Применение методологии IDEF0 позволило:

- разработать технологическую систему производства КБП и продуктов на их основе ;
- определить функции структурных элементов технологической системы производства и системы управления в целом;
- определить необходимые параметры для составления математических уравнений.

3 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЧ ОБРАБОТКИ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРУП И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА ОБРАБОТКИ

Выход и качество готовой продукции объективно оцениваются технологическими свойствами сырья, например, удельным выходом готовой крупы, рентабельностью. Качество крупы нормируется требованиями ГОСТ. Показатели качества круп условно можно разделить на две группы: органолептические и физико-химические (в т.ч. биологические – зараженность амбарными вредителями; влажность, объём). Выход и качество готовой продукции объективно оцениваются также кулинарно-технологическими свойствами (длительность варки, развариваемость крупы), экологическими, эргономическими, эстетическими свойствами.

3.1 Определение оптимального режима обработки СВЧ

Для успешного внедрения способа производства КБП на предприятии необходимо подобрать режим обработки СВЧ, при котором потребительские характеристики будут выше, чем у исходного сырья (контроля). К ним относятся длительность варки, органолептические показатели и влажность крупы. Выбор оптимального режима обработки осуществили на основе математического моделирования.

Режим обработки должен обеспечивать наименьшие показатели по таким позициям, как продолжительность варки крупы до готовности и ее влажность после обработки СВЧ, и, в то же время, и также наилучший (наивысший) по органолептическим показателям.

3.1.1. Определение длительности варки круп (органолептическим методом)

Для круп быстрого приготовления продолжительность варки является определяющей характеристикой. Изучение влияния СВЧ обработки проводили на крупах перловая первого сорта и гречневая первого сорта.

На рисунках 8 и 9 изображена зависимость скорости варки круп от продолжительности и мощности излучения, данные также представлены в виде таблицы в приложении Б (табл.Б1).

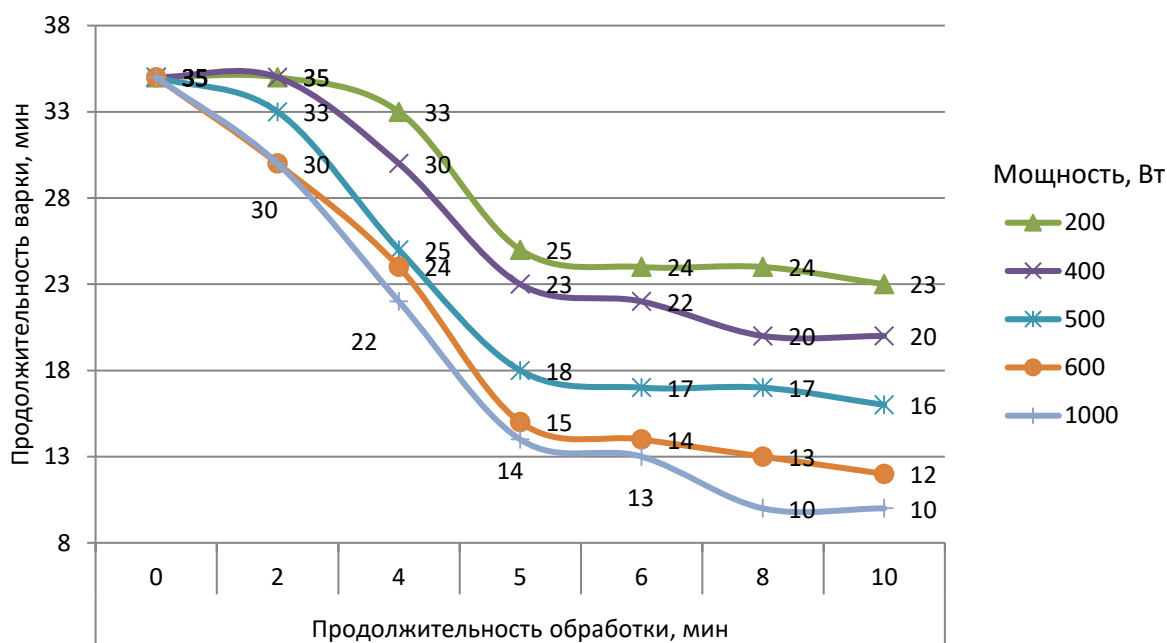


Рисунок 8 – Зависимость скорости варки перловой крупы от продолжительности и мощности обработки СВЧ

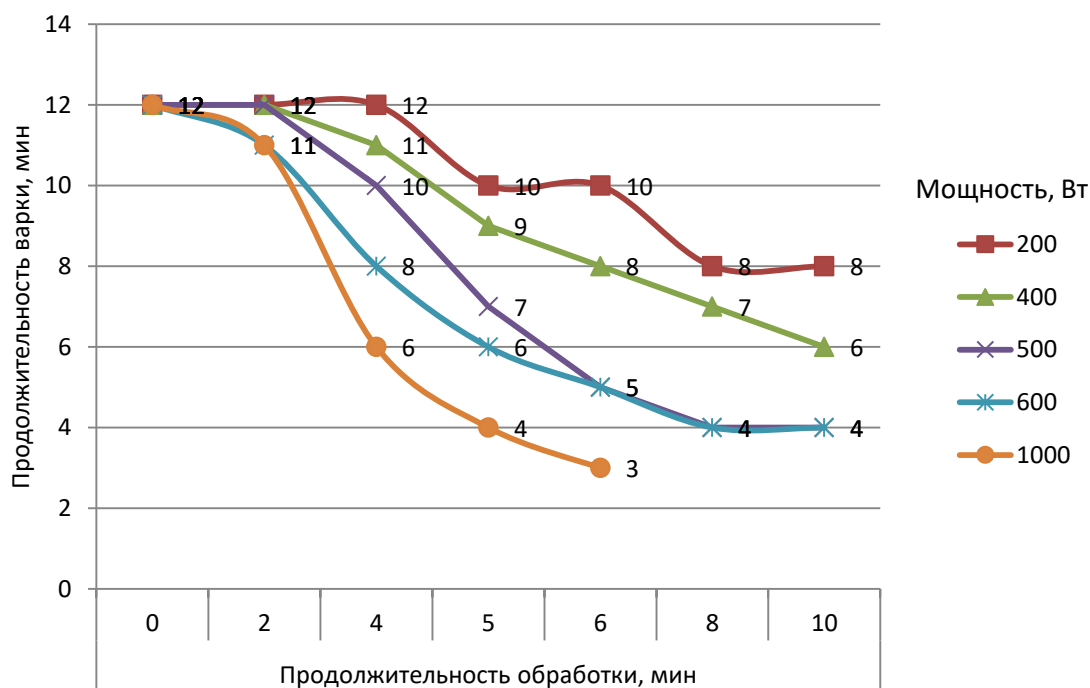


Рисунок 9 – Зависимость скорости варки гречневой крупы от продолжительности и мощности обработки СВЧ

Из полученных данных видно, что облучение при мощности в 200 Вт недостаточно, так как крупа не приобретает необходимые свойства: крупа остается влажной, и время варки до готового продукта уменьшается по сравнению с контрольной пробой на 16,7 % для гречневой крупы, на 28,6 % для перловой крупы. При облучении 400 Вт в течение 5 минут крупа не успевает приобрести нужных потребительских свойств, но достигается хороший результат при облучении 15 минут. Облучение мощностью в 600 Вт – также не дало хороших результатов. По органолептическим показателям: крупа начинает подгорать, следовательно, ухудшаются ее потребительские свойства: цвет, вкус и запах. Из первого опыта следует, что мощность облучения нужно взять в пределах от 400 до 600 Вт, время обработки, для экономии энергоресурсов, больше 5 минут не рекомендовано. Продолжительность варки гречневой крупы, обработанной СВЧ, ниже контроля на 58,3%, для перловой крупы разница составила 51,4 %.

Применяя метод наименьших квадратов, получаем следующие уравнения зависимостей:

– перловая крупа: $y_1 = 34 - 1,85x_1 - 0,013x_2$;

– гречневая крупа: $y_1 = 13,5 - 0,7x_1 - 0,006x_2$;

где y_1 – продолжительность варки крупы до готовности, мин;

x_1 – продолжительность обработки в поле СВЧ, мин;

x_2 – установленная мощность СВЧ обработки, Вт.

Далее для каждого уравнения рассчитываем коэффициенты Фишера и сравниваем его с табличным.

– перловая крупа: $F_p=35,98$; $F(0,05;2;34)=19,46$;

– гречневая крупа: $F_p=39,15$; $F(0,05;2;34)=19,46$.

Поскольку расчетное значение критерия Фишера больше табличного, уравнения считаются значимыми.

3.1.2 Влияние СВЧ обработки на содержание влаги в крупах

В основном для круп допустим предел влажности от 12 до 17 %.

При повышенной влажности увеличивается количество микроорганизмов, амбарных вредителей. Это служит также сигналом для прорастания зерна, а значит, начинаются необратимые физиологические и физико-химические изменения в зерне. Активизируются ферменты, расщепляются сложные высокомолекулярные соединения, освобождается энергия для прорастания, температура повышается (процесс самонагрева крупы), наблюдается набухание крупы. Ухудшаются физические показатели крупы (например, сыпучесть зерна, его твердость), зерно теряет устойчивость к механическим воздействиям.

Обработка и реализация становится невозможной, когда зерно остается влажным на длительный срок.

Влажность важна для оценки пищевой ценности (в пересчете на сухое вещество).

Процент влажности – определяющий фактор при хранении. Для продукции длительного хранения влажность рекомендуется на 1–1,5 % меньше требований ГОСТ [22, 24].

На рисунке 10 представлена зависимость влагосодержания в перловой крупе от продолжительности и мощности обработки СВЧ. Данные также представлены в таблице Б2 (прил.Б).

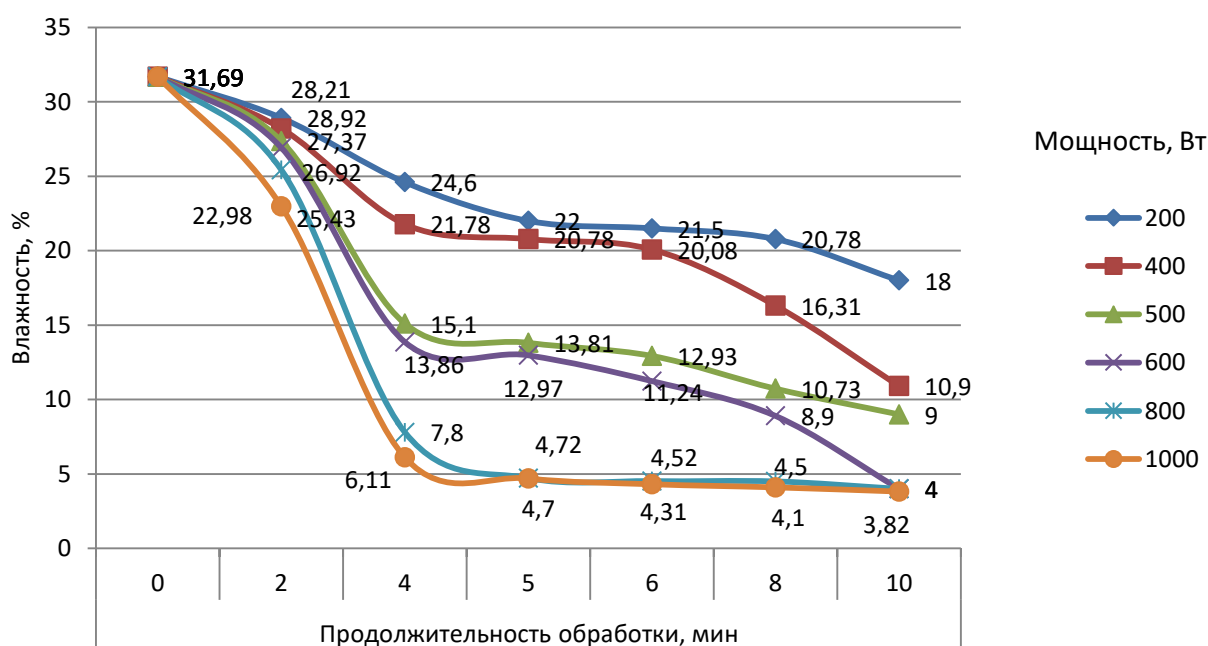


Рисунок 10 – Зависимость влагосодержания в перловой крупе от продолжительности и мощности обработки СВЧ

На рисунке 11 представлена зависимость влагосодержания в гречневой крупе от продолжительности и мощности обработки СВЧ.

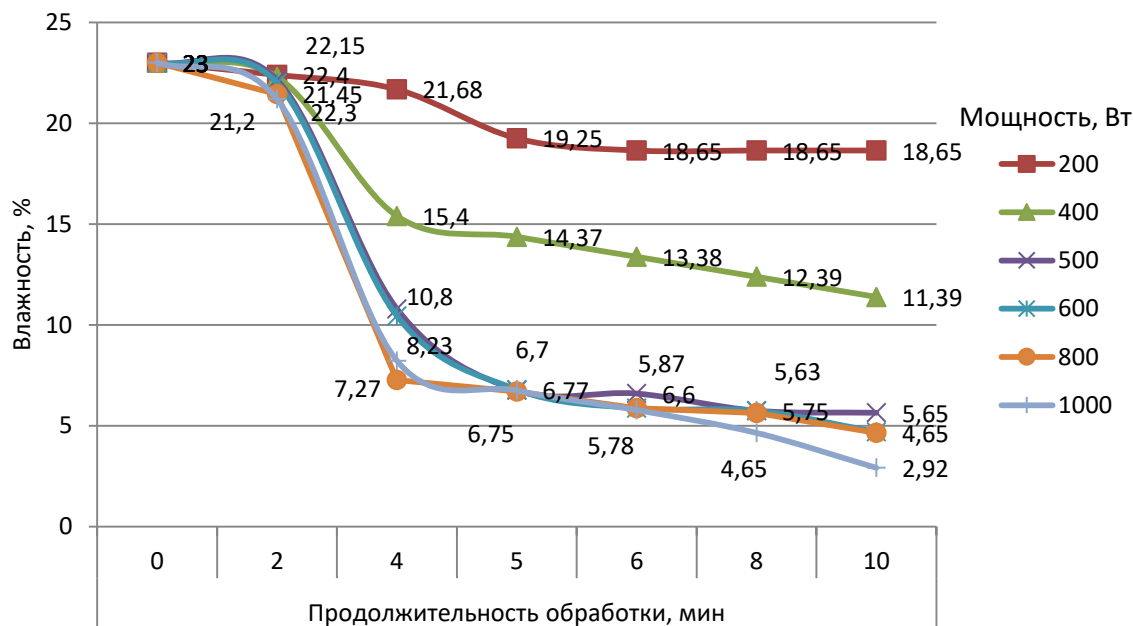


Рисунок 11 – Зависимость влагосодержания в гречневой крупе от продолжительности и мощности обработки СВЧ

На рисунках 10 и 11 показана тенденция уменьшения влажности при обработке СВЧ попом. При большей мощности СВЧ обработки уменьшение влажности выше, о чем свидетельствует угол наклона линий.

При обработке СВЧ попом выше 600 Вт и длительностью от 6 мин крупа начинает сгорать в поле СВЧ.

Наилучшие показатели влажности установлены при обработке 400...600 Вт и времени воздействия 4...6 мин: для гречневой крупы от 6 до 15%, для перловой крупы от 11,24 до 21,8 %.

Влажность крахмалосодержащих круп не должна превышать 15 %, у выбранной нами основы влажность значительно меньше (6,77 % гречневой крупы; 13,81 % перловой крупы), что увеличивает срок её хранения.

Эмпирическим путем была установлена необходимость увлажнения крупы перед СВЧ обработкой. Если перед обработкой крупу не промывать (не увлажнять до 28...30 %), то при мощности более 600 Вт происходит перегрев и сгорание крупы. Также определено влияние предварительного увлажнения на

потребительские характеристики круп. Если влажность крупы более 15%, то необходимо дополнительно подсушивать крупу.

Нагрев в поле СВЧ происходит равномерно, за счет наличия свободной влаги. Под действием СВЧ влага нагревается, передает тепло крупе и/или переходит в парообразное состояние, увеличиваясь в объеме. Оболочки и клеточные стенки размягчаются и под действием избыточного давления пара разрушаются [92].

Составим уравнения зависимостей:

– – перловая крупа: $y_2 = 34 - 1,3x_1 - 0,03x_2$;

– – гречневая крупа: $y_2 = 26,5 - 1,3x_1 - 0,002x_2$;

где y_2 – влажность крупы, %;

x_1 – продолжительность обработки в поле СВЧ, мин;

x_2 – установленная мощность СВЧ обработки, Вт.

Далее для каждого уравнения рассчитываем коэффициенты Фишера и сравниваем его с табличным:

– – перловая крупа: $F_p=28,56$; $F(0,05;2;34)=19,46$;

– – гречневая крупа: $F_p=51,82$; $F(0,05;2;34)=19,46$.

Поскольку расчетное значение критерия Фишера больше табличного, уравнения считаются значимыми.

3.1.3 Влияние СВЧ на органолептические показатели качества круп быстрого приготовления

Органолептическую оценку качества круп проводили согласно ГОСТ 26312.2. Отбор проб осуществляли согласно ГОСТ 26312.1 [25–28].

Органолептическую оценку осуществляли по 5 бальной системе: вкус, цвет и запах, на основании которых образцы получали баллы. Критерии оценки приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Критерии оценки по 5 бальной системе

Оценка	Критерии, описание готового продукта
1	Крупа сгорела, запах гари, темный цвет, вкус, не свойственный данному виду продукта
2	Крупа сырая либо пересушенная, запах сырости, возможно потемнение цвета, вкус, не свойственный данному виду продукта
3	Крупа сырая или пересушенная, цвет оптимальный, запах сырости, вкус оптимальный
4	Крупа, незначительно пересушенная или сырая, возможен легкий запах сырости, оптимальный цвет, оптимальный вкус
5	Оптимальный вариант, крупа в меру сухая, вкус, запах и цвет соответствуют данному виду продукта

Данные эксперимента оценки органолептических показателей для перловой и гречневой круп приведены на рисунках 12 и 13 соответственно, а также таблице 3.

Таблица 3 – Органолептические показатели круп

Мощность СВЧ поля, Вт	Продолжительность варки крупы, мин					
	0 (контроль)	200	400	500	600	1000
Гречневая крупа						
2	2	2	3	3	3	3
4	2	3	4	5	5	5
5	3	4	5	5	5	4
6	3	4	5	5	4	3
8	4	5	4	4	3	2
10	4	4	4	3	2	1
Перловая крупа						
2	2	2	3	3	3	3
4	2	3	4	5	5	4
5	3	4	5	5	4	4
6	4	5	5	5	3	3
8	5	5	4	4	2	1
10	5	4	3	2	1	1

По полученным данным видно, что, при мощности излучения 200 Вт оптимальные органолептические показатели достигаются за довольно продолжительное время обработки (8–10 минут), при повышении мощности необходимые показатели достигаются за меньшее время.

Наиболее подходящим режимом обработки крупы СВЧ полем являются: для перловой крупы: 400 Вт и 6 минут, 500 Вт и 5 минут, 600 Вт и 4 минут; для гречневой крупы: 500 Вт 5 минут, 600 Вт и 4 минут.

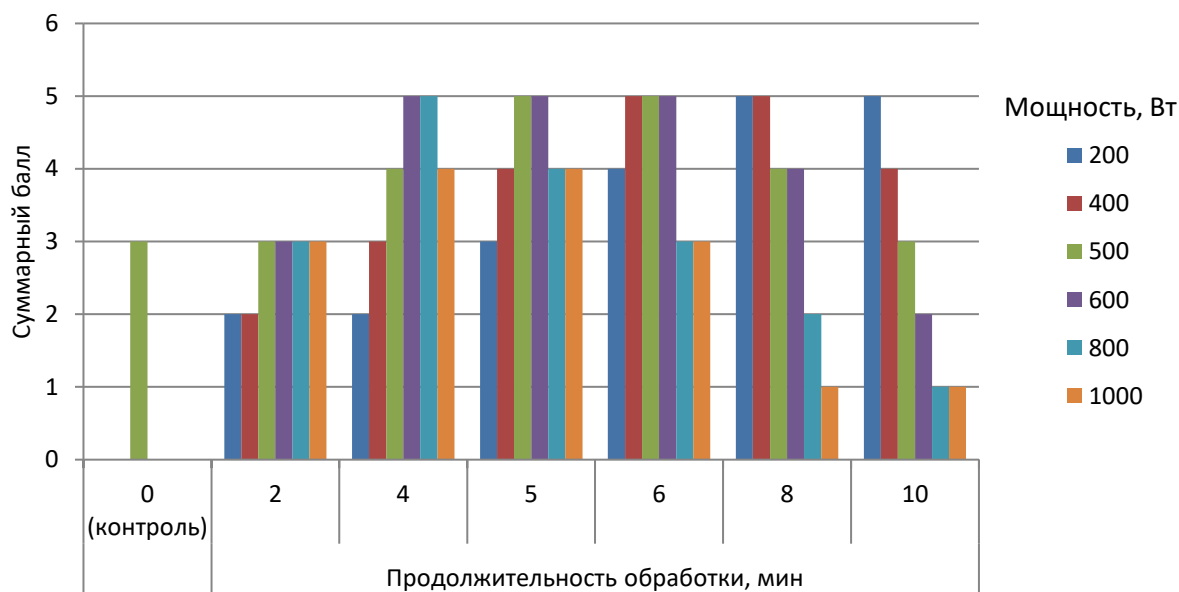


Рисунок 12 – Зависимость органолептических показателей перловой крупы от продолжительности и мощности обработки СВЧ

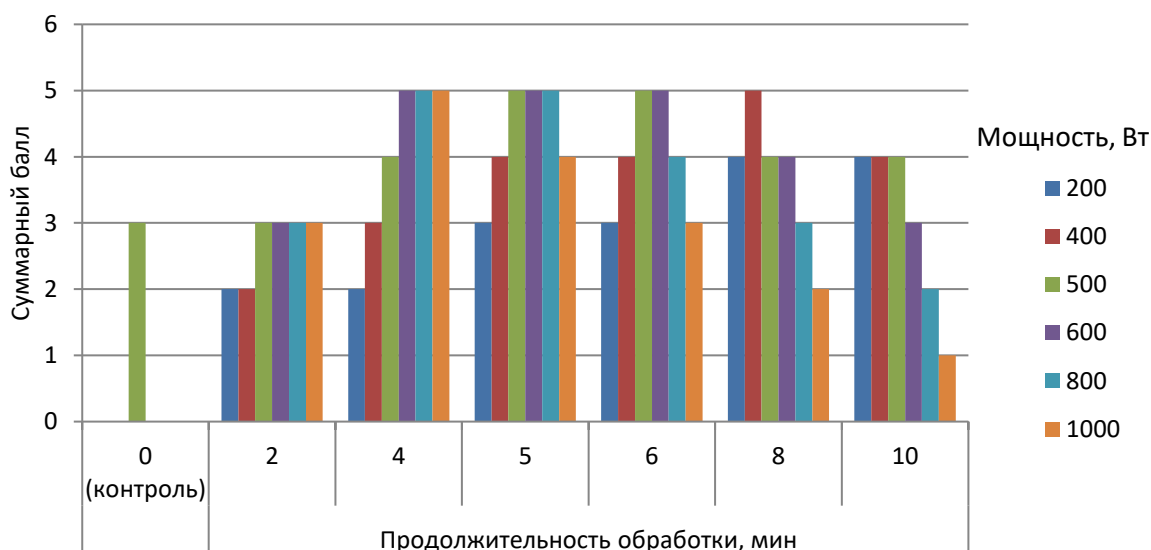


Рисунок 13 – Зависимость органолептических показателей гречневой крупы от продолжительности и мощности обработки СВЧ

В гистограмме пики представляют наибольшие суммарные баллы, которые будут использоваться как ограничения для выбора режима обработки.

3.2 Построение математической модели выбора оптимального режима обработки

Математическая постановка задачи для выбора оптимального режима обработки крупы: продолжительность варки до готовности (y_1), влажность крупы после обработки (y_2) стремятся к минимуму, ограничением является (y_3) – суммарный балл максимальный (5 баллов).

Имеются два критерия

$$y_1 = A_{01} + A_{11} \times x_1 + A_{21} \times x_2 \rightarrow \min;$$

$$y_2 = A_{02} + A_{12} \times x_1 + A_{22} \times x_2 \rightarrow \min.$$

Определим эталон:

$$et_1 = \frac{y_{1_{max}} + y_{1_{min}}}{2};$$

$$et_2 = \frac{y_{2_{max}} + y_{2_{min}}}{2}.$$

Определим интегральный критерий :

$$krint = \sqrt{\left(\frac{et_1 - y_1}{et_1}\right)^2 + \left(\frac{et_2 - y_2}{et_2}\right)^2},$$

оптимальным решением будем называть такие значения x_1 и x_2 , при которых $krint \rightarrow \min$.

Содержательно, при таком критерии ищется решение, при котором y_1 и y_2 попадают в середину допустимых решений для y_1 и y_2 .

Решение поставленной задачи осуществили методом математического нелинейного моделирования программой на платформе C++Builder 6.0/.

Ниже на рисунках представлен интерфейс и решение задач.

Для перловой крупы приняты следующие ограничения:

- время варки до готовности (y_1) принято от 15 до 20 мин;
- влажность крупы (y_2) в пределах от 6% до 20%;
- время обработки в поле СВЧ (x_1) от 4 до 8 минут;
- мощность СВЧ обработки (x_2) от 400 до 800.

Данные критерии выбраны на основе анализа гистограммы 12, так как при этих значениях суммарный балл показателей органолептических больше 4. На рисунке 14 представлен интерфейс программы и решение.

Form1

x1min **x1max**

x2min **x2max**

y1min **y1max**

y2min **y2max**

уравнение р. для варки: $y_1 = a_{01} + a_{11} \cdot x_1 + a_{21} \cdot x_2$
 $a_{01} =$ $a_{11} =$ $a_{21} =$

уравнение р. для сушки $y_2 = a_{02} + a_{12} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2$
 $a_{02} =$ $a_{12} =$ $a_{22} =$

```

x1=7 x2=600 y1= 13.2 y2= 6.9
x1=7 x2=700 y1= 11.9 y2= 3.9
x1=7 x2=800 y1= 10.6 y2= 0.9
x1=7 x2=900 y1= 9.3 y2= -2.1
x1=7 x2=1000 y1= 8.0 y2= -5.1
x1=8 x2=400 y1= 14.0 y2= 11.6
x1=8 x2=500 y1= 12.7 y2= 8.6
x1=8 x2=600 y1= 11.4 y2= 5.6
x1=8 x2=700 y1= 10.1 y2= 2.6
x1=8 x2=800 y1= 8.8 y2= -0.4
x1=8 x2=900 y1= 7.5 y2= -3.4
x1=8 x2=1000 y1= 6.2 y2= -6.4
optimum x1= 5 x2= 500 y1= 18.25 y2= 12.50
kvar=10
  
```

Рисунок 14 – Интерфейс программы подбора оптимального режима обработки для перловой крупы

По решению видно, что из 10 вариантов подошедших под критериям, оптимальным является режим обработки 5 минут при мощности поля 500 Вт.

Решение задачи для гречневой крупы представлено на рисунке 15. Ограничения по времени варки составляют от 5 до 10 минут, влажности в пределах 5...15%, продолжительность и мощность обработки сохраняются как для перловой крупы.

Form1

x1min **x1max**

x2min **x2max**

y1min **y1max**

y2min **y2max**

уравнение p. для варки: $y_1 = a_{01} + a_{11} \cdot x_1 + a_{21} \cdot x_2$
 $a_{01} = 13,5$ $a_{11} = -0,7$ $a_{21} = -0,006$

уравнение p. для сушки $y_2 = a_{02} + a_{12} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2$
 $a_{02} = 26,5$ $a_{12} = -1,3$ $a_{22} = -0,02$

```

x1=7 x2=700 y1= 4.4 y2= 3.4
x1=7 x2=800 y1= 3.8 y2= 1.4
x1=7 x2=900 y1= 3.2 y2= -0.6
x1=7 x2=1000 y1= 2.6 y2= -2.6
x1=8 x2=400 y1= 5.5 y2= 8.1
x1=8 x2=500 y1= 4.9 y2= 6.1
x1=8 x2=600 y1= 4.3 y2= 4.1
x1=8 x2=700 y1= 3.7 y2= 2.1
x1=8 x2=800 y1= 3.1 y2= 0.1
x1=8 x2=900 y1= 2.5 y2= -1.9
x1=8 x2=1000 y1= 1.9 y2= -3.9
optimum x1= 5 x2= 500 y1= 7.00 y2= 10.00
kvar=16

```

Рисунок 15 – Интерфейс программы подбора оптимального режима обработки для гречневой крупы

По решению видно, что из 16 вариантов подошедших под критериям, оптимальным является режим обработки 5 минут при мощности поля 500 Вт.

Таким образом, оптимальным режим обработки для производства КБП является 5 минут, мощностью 500 Вт.

3.3 Изучение влияния СВЧ на характеристики круп

3.3.1. Изменения кислотности и кислотного числа крупы

При определении качества зерна немалое значение имеет кислотность. Ее считают показателем свежести зерна. При нарушении условий хранения или при длительном хранении кислотность возрастает. Так, нормальным для большинства круп считается низкий уровень кислотности: от 1 до 3, для гречневой крупы – 2,5...6 градуса кислотности.

При нарушении влажности, температуре хранения крупы прорастания зерна градус кислотности увеличивается.

В таблицах 4 и 5 представлены результаты эксперимента.

Таблица 4 – Изменение кислотности перловой крупы при СВЧ обработке

Продолжительность обработки, мин	Мощность, Вт					
	0	200	400	500	800	1000
	Градус кислотности, °					
0	0,65±0,039					
2	0,6±0,036	0,6±0,036	0,6±0,036	0,6±0,036	0,6±0,036	0,6±0,036
4	0,6±0,036	0,55±0,033	0,6±0,036	0,5±0,03	0,5±0,03	0,5±0,03
5	0,6±0,036	0,6±0,036	0,6±0,036	0,5±0,03	0,6±0,036	0,5±0,03
6	0,6±0,036	0,6±0,036	0,5±0,03	0,5±0,03	0,5±0,03	0,8±0,048
8	0,6±0,036	0,5±0,03	0,5±0,03	0,5±0,03	0,5±0,03	1,4±0,084
10	0,6±0,036	0,5±0,03	0,5±0,03	0,5±0,03	0,6±0,036	2,2±0,132

Резкое увеличение показателя кислотности происходит при пересушивании крупы в поле СВЧ и ее сгорание (при мощности 1000 Вт и продолжительности обработки более 5 мин).

Таблица 5 – Изменение кислотности гречневой крупы при СВЧ обработке

Продолжительность обработки, мин	Мощность, Вт					
	0	200	400	500	800	1000
	Градус кислотности, °					
0	5,9±0,531					
2	5,1±0,459	4,2±0,378	4,2±0,378	4,3±0,387	4,2±0,378	4±0,36
4	5,1±0,459	4,3±0,387	4,4±0,396	4,4±0,396	4,1±0,369	4±0,36
5	4,8±0,432	4,3±0,387	4,6±0,414	3,6±0,324	3,9±0,351	3,7±0,333
6	4,8±0,432	4±0,36	4,32±0,3888	3,9±0,351	5±0,45	5,2±0,468
8	4,4±0,396	4±0,36	4,3±0,387	4,2±0,378	6±0,54	6,6±0,594
10	4,4±0,396	4±0,36	4±0,36	4±0,36	6,4±0,576	6,9±0,621

Данные эксперимента подтверждают, что при мощности от 400 Вт до 600 Вт и времени обработки 4...6 минут градус кислотности не изменяется, при этом внешний вид крупы имеет максимальные баллы, а важность – менее 10 %. Максимальный эффект сохранения внешнего вида и влажности крупы наблюдается при мощности 500 Вт и времени от 4 до 6 мин. Обработанная крупа имеет влажность до 10 %, что будет способствовать ее более длительному хранению, кислотность данной крупы также невысокая. Наблюдается незначительное изменение градуса кислотности, изменение происходит в сторону увеличения только тогда, когда крупа сгорает. Этот показатель практически не

влияет на качество продукта и нормируется только у гречневой крупы для детского питания.

Исследования, проведенные в нашей стране и за рубежом, показали, что, зная кислотное число жира (КЧЖ) можно контролировать степень гидролиза жиров, но только при наличии стандартизированного метода определения КЧЖ и единых методов определения срока годности круп по этому показателю.

Нормой является то количество жирных кислот, которое сохраняет органолептические свойства продукта – вкус, запах и цвет. Превышение нормы, установленной для каждого продукта, приводит к тому, что в результате гидролитических процессов происходит необычное для данного продукта изменение запаха, вкуса и цвета. Такой товар не подлежит дальнейшему хранению и должен быть продан.

Кисло реагирующими веществами в крупах являются аминокислоты, жирные, органические и неорганические кислоты (яблочная, щавелевая), белки. При термическом воздействии белки денатурируют, жиры – окисляются, сложные углеводы (крахмал) гидролизуются.

Для гречневой крупы КЧЖ в пределах до 13 мг КОН на 1 г жира показывает, что крупа свежая; до 18 мг КОН – пригодна к употреблению. То есть крупу с КЧЖ до 13 мг можно закладывать на длительное хранение, с 13 до 18 – направлять на реализацию, а свыше 18 её нельзя использовать для пищевых целей, так как она не соответствует целевому стандарту по органолептическим показателям [70]. Исследование проводили для оптимального режима обработки (5 минут, 500 Вт), результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Кислотное число жира круп при СВЧ облучении

Продолжительность обработки, мин	Мощность, 500 Вт	
	Крупа гречневая	Крупа перловая
0 (контроль)	13,39±1,3	7,9±0,8
2	6,69±0,7	9,78±1
5	8,38±0,8	5,63±0,6
8	9,04±0,9	11,05±1,1

Как видно из эксперимента, КЧЖ обработанной крупы соответствует требованиям.

3.3.2 Определение объема крупы при СВЧ обработке

Вспученные, или полученные в результате микронизации, или пропаренные крупы чаще всего подвергается плющению и могут использоваться только при приготовлении вязких и жидких каш. Целостность ядра при варке не сохранятся, хотя время доведения до готовности сокращается в несколько раз. Изменение оценивалось в % соотношении от начального.

На рисунке 16 изображена зависимость изменения объема перловой крупы от продолжительности и мощности СВЧ обработки, а на рисунке 17 для гречневой.

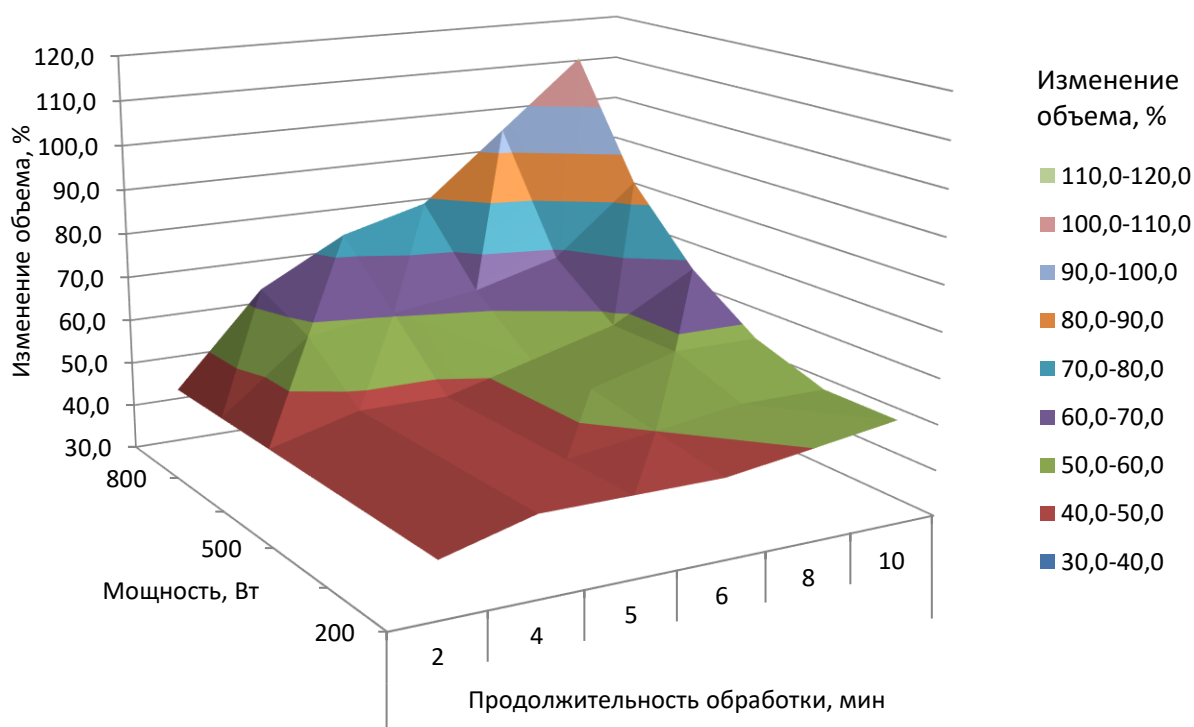


Рисунок 16 – Изменение объема перловой крупы от продолжительности и мощности СВЧ-излучения

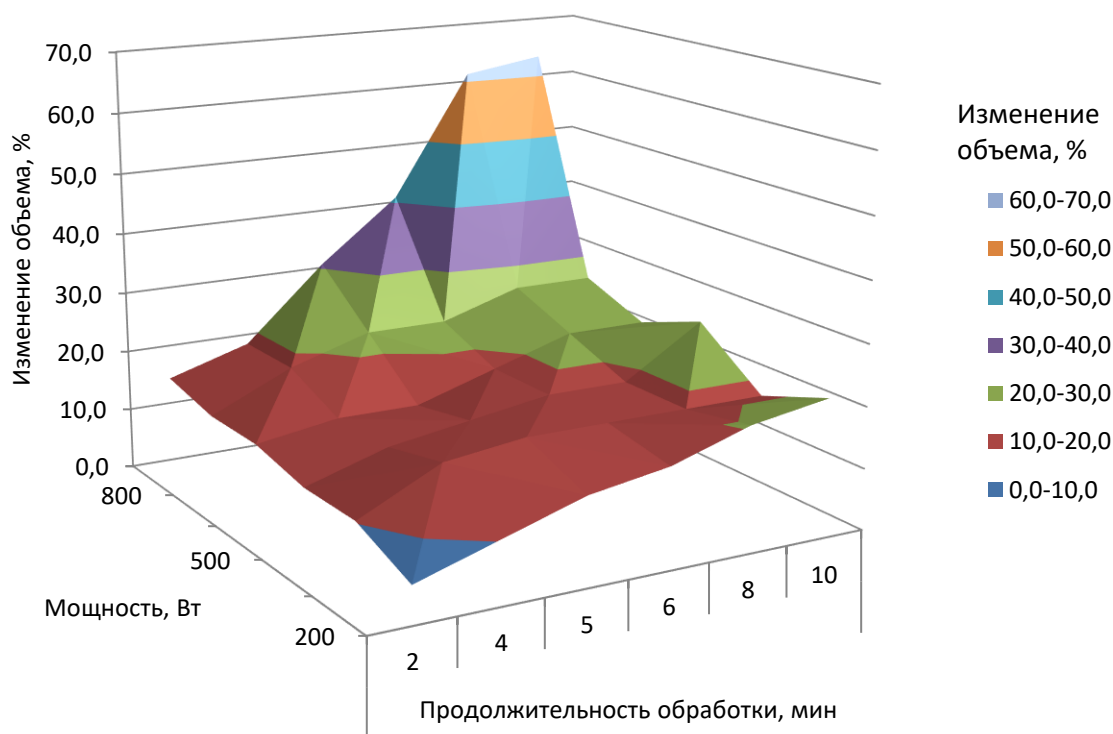


Рисунок 17 – Зависимость изменения объема гречневой крупы от продолжительности и мощности СВЧ-излучения

Наглядно видно, что сначала объем крупы увеличивается в объеме. Происходит это из-за изменений в строении крахмала и белка зерна. Но при обработке зерна дольше 8 минут зерно перегревается и появляются первые подгоревшие зерна, на интервале 14–18 мин. зерно сгорает. Крупа, обработанная 4–6 минут при мощности 500 Вт, обладает лучшими органолептическими свойствами.

По данным эксперимента видно, что перловая крупа максимально увеличилась в объеме – на 65 %, а гречневая крупа – на 39 %, содержание углеводов в крупах 67–70 % и 62–67 % соответственно. Содержание крахмала в крупах примерно по 65 %, значит, изменение объема обусловлено не только изменением крахмала.

Так как при СВЧ нагрев происходит равномерно по всему объему зерна, вода, попадающая в крупу при мойке и не участвующая в кластеризации крахмала, превращается в пар, и происходят «микровзрывы» крупы – образуются

трещины и на поверхности крупы, и внутри зерна. При замачивании также незначительно увеличиваются в объеме белки зерна.

Из проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы: объем зерна увеличивается в объеме прямо пропорционально мощности СВЧ поля, в котором проводится обработка, и продолжительности обработки, но до определённых пределов. При мощности более 800 Вт и продолжительности более 6 мин. крупа сгорает, что уменьшает объем крупы. При обработке мощностью поля в пределах 400 – 600 Вт и продолжительностью от 7 до 5 минут органолептические показатели зерна улучшаются.

Обработка увлажненной крупы в поле СВЧ способствует уменьшению скорости варки на 60%, при этом процессы сушки и пропаривания совмещаются.

3.3.3 Определение активности амилазы в крупе

Активность ферментов круп (зерна) зависит от способа обработки и от температурного воздействия на крупу.

Под действием высокой температуры инактивация амилазы происходит не мгновенно, а в течение некоторого времени.

Влияние СВЧ обработки на активность амилолитических ферментов круп (гречневой и перловой) от продолжительности СВЧ-обработки при 500 Вт представлены на рисунке 18.

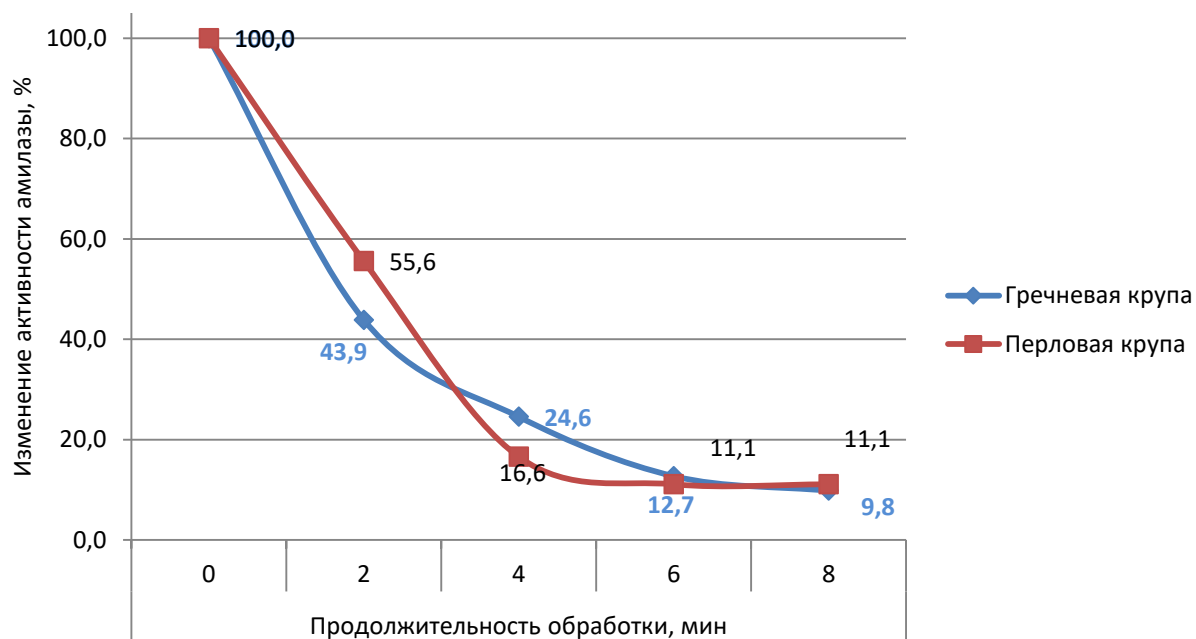


Рисунок 18 – Зависимости изменения активности амилазы от продолжительности СВЧ-обработки при 500 Вт

По рисунку 18 видно, что активность амилазы в гречневой крупе снижается. Температура увеличивается, и активность амилазы уменьшается, сначала инактивируется β -амилаза, а при продолжительности обработки более 5 мин, крупа нагревается выше 98°C – инактивируется α -амилаза.

В перловой крупе активность амилолитических ферментов уменьшается обратно пропорционально длительности обработки.

Выше описаны механизмы изменения крахмала в крупах под действием воды и с повышением температуры. Также определено влияния СВЧ-обработки на состояние крахмала (степень деструкции).

В настоящее время для увеличения ферментативной активности и ускорения процессов гидролиза крахмала используют различные пищевые добавки. Одним из новых способов решения данной проблемы является СВЧ-воздействие. Так, в работе Руциц А.А. приводятся данные об увеличении осахаривающей активности светлого ячменного солода при определенных режимах СВЧ-воздействия [76].

После проведения серии опытов установлено, что крахмал, который длительно облучали малыми дозами, гидролизовался лучше, чем крахмал необлученный. Облученный же большими дозами крахмал подвергался гидролизу медленнее, в сравнении с необлученным крахмалом. Оптимальные результаты были получены при СВЧ-облучении раствора крахмала мощностью от 100 до 300 Вт.

3.4 Технология производства КБП (с применением СВЧ обработки)

Технология позволяет решить задачу снижения энерго- и ресурсозатрат, при одновременном упрощении технологии производства и повышении качества готового продукта. Обработка в поле СВЧ позволяет избежать неравномерного нагрева даже при одностороннем расположении СВЧ-генератора (магнетрона), этому способствует также увлажнение и перемешивание крупы. В приложении В приведена линия получения круп быстрого приготовления и хлопьев не требующих варки, которая является прототипом разрабатываемого способа.

Производство крупы быстрого приготовления включает следующие этапы: крупу моют, замачивают 4 – 5 минут водой (температура воды 14–18⁰ С) и отвлаживают до влажности 28...30 %, затем проводят термообработку в течение 5 минут полем СВЧ мощностью 500 Вт при постоянном перемешивании; выдерживают еще 3 –6 минут перемешивая и окончательно охлаждают в течение 3...5 минут.

Предложенный способ производства крупы быстрого приготовления по сравнению с прототипом состоит из меньшего числа операций, менее трудоемкий, требует меньшего количества затраченного времени и меньших энергозатрат на выработку готового продукта.

Крупа промывается водой (из расчета 2–3 л воды на 1 кг крупы) 2–3 раза, каждый раз со сменой воды. Затем из крупы удаляют остатки влаги, до содержания влажности в крупе 28–30 %. После крупа обрабатывается в СВЧ-поле мощностью 500 Вт в течение 5 мин. Далее крупа при постоянном перемешивании

выдерживается 3-6 минут. Охлаждают крупу до температуры 18–20 °С рассыпным слоем. Схема представлена на рисунке 19.

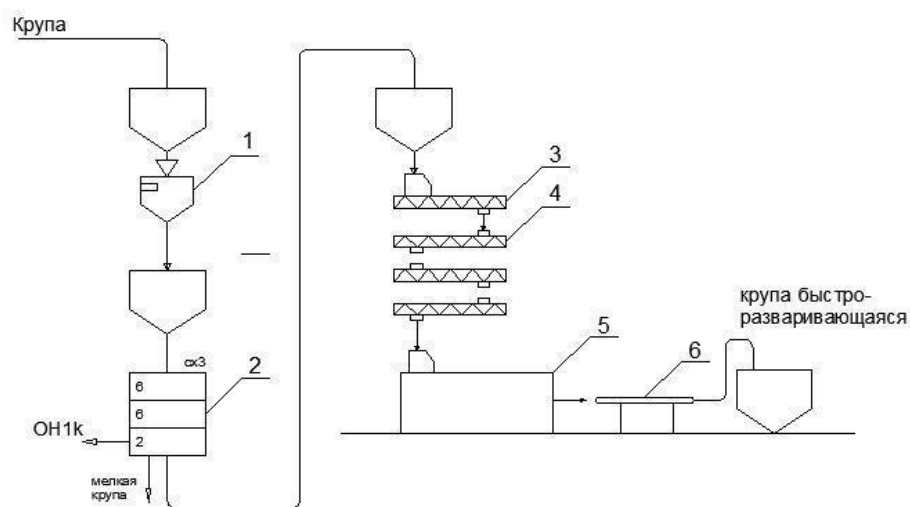


Рисунок 19 – Схема технологического процесса получения круп быстрого приготовления с использованием СВЧ-излучения

Схема включает в себя: 1 – автоматические весы; 2 – рассев; 3 – увлажнительный аппарат; 4 – шнек для отволаживания; 5 – туннельная СВЧ печь; 6 – конвейер охлаждения.

С точки зрения энерго- и ресурсосбережения, а также изменений пищевой ценности время обработки должно быть минимально. При увеличении мощности СВЧ-поля продолжительность обработки пропорционально уменьшается, но при этом увеличивается степень неравномерности нагрева. В центре зерновка перегревается, сохраняя высокую влажность, а по краям (вдоль стенок) пересыхает (процесс приваривания прекращается).

В результате аналитических и экспериментальных исследований разработан способ производства круп быстрого приготовления.

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ КРУП БЫСТРОГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ

Нормируемые показатели качества для круп быстрого приготовления те же, что и у круп, не прошедших дополнительную обработку. Требования прописаны в ГОСТах [27, 28]; показатели можно разделить на группы: органолептические, физико-химические и показатели пищевой ценности.

Органолептические показатели особенно важны для потребителя: если крупа будет иметь несоответствующий цвет, неприятный привкус или запах, покупатель откажется от покупки такого продукта.

Из физико-химических показателей в первую очередь необходимо контролировать влажность и кислотность.

Пищевая ценность продукта состоит из энергетической, биологической ценностей, содержания основных пищевых веществ, их сбалансированности и усвояемости и безопасности.

В работе рассматривали влияние СВЧ-поля на перловую и гречневую крупу. Перловая крупа содержит витамины А, Е, группы В, РР, макро- и микроэлементы (фосфор, железо, калий, магний и т.д.), белок (9,3%), жир (1,1%) и углеводы (73,7%) [78]. Перловая крупа полезна людям с заболеваниями желудочно-кишечного тракта. Гречневая крупа также богата белками (14%), углеводами (67%), витаминами группы В и минеральными веществами [78]. Неоценима польза гречневой каши для здоровья человека: она помогает бороться с нервными расстройствами (витамины группы В и магний), имеет антиоксидантные свойства, выводит из организма тяжёлые металлы, снижает содержание холестерина и уменьшает риск сердечно-сосудистых заболеваний [141].

В данной главе представлено сравнение пищевой ценности крупы, обработанной по технологии с применением СВЧ-обработки, с крупой необработанной (контроль), а также обработанной ИК-нагревом. Режим СВЧ обработки крупы – 5 мин, 500 Вт.

4.1 Потребительские характеристики КБП

Органолептические характеристики продукта являются ключевыми при выборе продукта потребителем. Полученные крупы быстрого приготовления имеют характеристики, приведенные ниже в таблицах.

Таблица 7 – Показатели качества крупы гречневой

Показатель	Обработанная СВЧ крупа	Необработанная крупа	Требования ГОСТ для ядрицы быстрорастворивающейся [27]
Продолжительность варки до готовности, мин	5-10	20-30	не более 25
Вкус и запах	ярко выраженные, без посторонних привкусов и запахов, не затхлый, не плесневый	свойственные крупе, без посторонних привкусов и запахов, не затхлый, не плесневый	свойственный гречневой крупе, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый
Цвет крупы	коричневый разных оттенков	кремовый с желтоватым или зеленоватым оттенком	коричневый разных оттенков
Влажность, %	10,5±0,5	12±0,5	не более 14,0
Кислотность, К	4,6	5,9	не регламентируется

Таблица 8 – Показатели качества крупы перловой

Показатель	Обработанная СВЧ крупа	Необработанная крупа	Требования ГОСТ [28]
Продолжительность варки до готовности, мин	15-17 мин	50-60 мин	–
Вкус и запах	свойственные крупе, без посторонних привкусов и запахов; не горький, не затхлый, не плесневый, без других посторонних запахов	свойственные крупе, без посторонних привкусов; не горький, не затхлый, не плесневый, без других посторонних запахов	свойственные нормальной перловой крупе, без посторонних привкусов, не кислый, не горький, не затхлый, не плесневый, без других посторонних запахов
Цвет крупы	белый с желтоватым (кремовым)	белый с желтоватым, иногда зеленоватым оттенками	белый с желтоватым, иногда зеленоватым оттенками

	оттенком		
Влажность, %	13±0,5	11±0,5	Не более 15

Из данных, представленных в таблицах 7 и 8, видно, что крупы, обработанные СВЧ, соответствуют требованиям стандартов, а по некоторым показателям превосходят их (цвет, запах, продолжительность варки).

Одним из показателей пищевой ценности продуктов питания является содержание в них белка. Сравнивали содержание белка в сырой необработанной крупе (контроль), а также прошедшей ИК- и СВЧ-обработки.

Проведено сравнение пищевой ценности круп гречневой (ядрицы), быстрорастваривающейся (прошедшей ИК) и СВЧ.

Показатели пищевой ценности круп при различных способах обработки на 100 г продукта представлены в таблице 9 и 10.

Таблица 9 – Пищевая и энергетическая ценность гречневой крупы

Наименование показателя	Крупа (сырое зерно)	Крупа быстрорастваривающаяся (после ИК-обработки)	Крупа после СВЧ-обработки
Массовая доля белка, %	13,91±0,02	13,83±0,02	14,21±0,02
Массовая доля жира, %	3,3±0,02	3,3±0,015	3,3±0,0145
Массовая доля углеводов, %	57,1±0,2	56±0,3	55,96±0,2
в т.ч.			
– крахмал, г	55,4	54,3	54,29
– моно- и дисахариды, г	1,4	1,37	1,37
Энергетическая ценность, ккал	308,5	300,82	303,86
Влажность, %	12±0,5	6,4±0,5	10,5±0,5
Массовая доля белка в пересчете на сухое вещество, %	15,81	14,78	15,79
Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %	3,75	3,53	3,67
Массовая доля углеводов в пересчете на сухое вещество, %	64,89	59,83	62,18

Сохранность основных (БЖУ) пищевых веществ в крупах после СВЧ выше, чем при ИК-обработке, в среднем на 1,6 %.

Например, в пересчете на сухое вещество в контрольной пробе (крупа необработанная гречневая) массовая доля белка равна 15,81 %, в крупе после СВЧ обработки – 15,79 %, в ИК – 14,78.

Таблица 10 – Пищевая и энергетическая ценность перловой крупы

Наименование показателя	Крупа (сырое зерно)	Крупа быстрорастворивающаяся (после ИК-обработки)	Крупа, после СВЧ-обработки
Массовая доля белка, %	11,85±0,02	11,6±0,02	11,44±0,02
Массовая доля жира, %	1,1±0,01	1,1±0,2	1,1±0,04
Массовая доля углеводов, %	66,9±0,2	65,61±0,4	65,56±0,3
в т.ч.			
– крахмал, г	65,70	64,43	64,38
– моно- и дисахариды, г	0,90	0,88	0,88
Энергетическая ценность, ккал	327,90	321,58	321,92
Влажность, %	11±0,5	10,8±0,5	13±0,5
Массовая доля белка в пересчете на сухое вещество, %	13,31	13,00	13,15
Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %	1,24	1,23	1,26
Массовая доля углеводов в пересчете на сухое вещество, %	75,17	73,55	74,9

В пересчете на сухое вещество в контрольной пробе (крупа необработанная перловая) массовая доля белка равна 13,31 %, в крупе после СВЧ обработки – 13,15 %, в ИК – 13,00 %.

Углеводов в гречневой крупе сохраняется при микроволновом облучении на 3,6 % больше, чем при ИК-обработке, в перловой на 1,8 %.

Обусловлено это, прежде всего, с тем, что СВЧ-обработка более «мягкая», крупа равномерно нагревается крупа по всему объёму, температура нагрева до 95...98 °С. ИК-нагрев характеризуется небольшой глубиной проникновения и более резким перепадом температур в слоях крупы.

Изучение витаминного состава круп проводилось на примере водорастворимых витаминов группы В (таб.11) , протоколы исследований приведены в приложении Г.

Таблица 11 – Показатели содержания витаминов в крупах, в пересчете на сухое вещество

Витамин	Необработанная крупа	Обработанная СВЧ крупа	Крупа быстрорастворимая (обработанная ИК)
Крупа гречневая			
B ₁	0,35	0,3	0,28
B ₂	0,27	0,25	0,26
PP	5,57	3,74	3,56
Крупа перловая			
B ₁	0,83	0,72	0,69
B ₂	0,18	0,16	0,14
PP	2,92	2,1	2,03

Уменьшение количества витамина связано с мойкой крупы и ее нагревом при производстве. При СВЧ-обработке сохраняемость витаминов выше в среднем на 2...6% в сравнении с ИК-нагревом.

Перекисное число жира является одним из ключевых показателей качества крупы. Чем оно ниже, тем больше будут сроки хранения и выше показатели качества, в частности органолептические показатели.

Провели сравнение круп необработанных, с СВЧ и ИК обработкой, и выяснили, что перекисное число жира для круп, прошедших дополнительную тепловую обработку, выше, чем для сырой контрольной крупы; так как окисление происходит быстрее при увлажнении, пропаривании и нагреве крупы (таб. 12).

Таблица 12 – Показатели перекисного числа жира

Показатель, ед измерения	Необработанная	Обработанная СВЧ	Быстрорастворимая (обработанная ИК)
Крупа гречневая			
Перекисное число жира, % йода	0,068	0,071	0,073
Крупа перловая			
Перекисное число жира, % йода	0,095	0,172	0,171

Основное микробиологическое загрязнение круп происходит при выращивании зерна, его обработке и хранении. Чем выше уровень

микробиологического загрязнения, тем ниже сохраняемсоть зерна. Это влияет также на потребительские характеристики.

Микробиология круп подробно и многократно описана в разных работах. Например, Есин С.Б. пишет «...Микрофлора различных круп по качественному составу близка к микрофлоре зерна, но количественно меньше. Большое влияние на объем микрофлоры оказывает предварительная обработка зерна (шелушение, очистка, шлифовка), а также технология производства крупы. Крупы, изготовленные из зерна, подвергнутого гидротермической обработке (пропаривание), содержат в 10 – 100 раз меньше микроорганизмов, чем из непропаренного» [38].

Микробиологические показатели и показатели безопасности круп представлены в таблице 13 [84].

Таблица 13 – Показатели качества круп

Наименование показателя	Норма
Гигиенические требования безопасности	
Токсичные элементы, мг/кг	
свинец	0,5
мышьяк	0,2
кадмий	0,1
ртуть	0,03
Микотосины, мг/кг	
афлатоксин В1	0,005
дезоксиниваленол	0,7
Т-2 токсин	0,1
Зараженность вредителями хлебных запасов (насекомые, клещи)	Не допускаются
Микробиологические требования безопасности	
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	5×10^4
Плесени, КОЕ/г не более	100
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), не допускаются в массе продукта (г)	0,1

Для изучения влияния СВЧ-поля на микробиологические показатели крупы провели сравнительный анализ-исследование необработанной крупы (гречневой и перловой 1 сорта), обработанной СВЧ-полем и ИК-полем. Исследование проводили по показателям: бактерии группы кишечных палочек (БГКП),

количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) и плесневелые грибы.

Обработку СВЧ полев проводили по условиям разрабатываемой технологии (обработка полев мощностью 500 Вт с продолжительностью 5 минут). Контроль – необработанная крупа.

Данные эксперимента приведены ниже.

БГКП – не были обнаружены в 1 г каждого из исследуемых образцов.

Таблица 14 – Показатели безопасности круп

Крупа	Необработанная контроль	Обработанная СВЧ крупа	Обработанная ИК крупа	Величина допустимого уровня
Показатели КМАФАнМ, КОЕ/г, $\times 10^2$				
Гречневая	2,5	1,1	1,4	500
Перловая	1,2	1,1	1,2	500
Количество плесеней, КОЕ/г				
Гречневая	10	10	10	100
Перловая	10	10	10	100

Как видно из результатов анализа (таб.3.9), все крупы соответствуют требованиям санитарных норм, а СВЧ-обработка снижает обсемененность круп.

Обеззараживающие свойства СВЧ-поля доказаны, показатели микробиологической безопасности круп улучшаются, соответственно сроки хранения увеличиваются [98].

4.2. Пищевая ценность каш, на основе КБП

Продукты из круп широко распространены по всему миру, их готовят на воде, бульонах, молоке, отварах. По консистенции традиционно каши разделяют на рассыпчатые, вязкие и жидкие каши. Они отличаются содержанием влаги в готовом блюде и сохранением целостности крупы при варке.

Количество жидкости для варки каш различной консистенции определяют по таблицам Сборника рецептов. Для круп быстрого приготовления нормы сохраняются.

Технология варки каш рассыпчатых

Гречневая каша.

Приготовление гречневой каши из обработанной крупы заключается в следующем: необходимо засыпать подготовленную крупу в кипящую подсоленную воду и довести до кулинарной готовности за 5–6 минут, упаривание крупы – 10 минут.

Варка каши из необработанной крупы по сборнику рецептов: в наплитный котел с толстым дном или пищеварочный котел наливают по норме воду, доводят до кипения, добавляют соль, всыпают подготовленную крупу, снимая с поверхности пустотелые зерна, и варят, периодически помешивая, до тех пор, пока крупа не впитает всю воду. Затем заправляют маслом, выравнивают поверхность, закрывают крышкой и доводят кашу до готовности при слабом нагреве. Продолжительность варки (упаривания) каши гречневой из ядрицы быстрорастворивающейся – 1 ч, из поджаренной крупы 1,5–2 ч, из не пропаренного зерна – 4,5 ч.

Перловая каша.

Обработанную перловую крупу засыпают в кипящую соленую воду, варят до загустения, периодически помешивая (5–8 мин.), затем уменьшают огонь и оставляют упревать 8–10 мин.

В кипящую подсоленную воду засыпают подготовленную крупу (перед варкой ее можно подсушить) и доводят до кипения. После закипания для улучшения внешнего вида каши воду сливают, затем распаренную крупу закладывают в предварительно подготовленный котел с кипящей подсоленной водой и продолжают варить до загустения при периодическом помешивании. Закрывают посуду крышкой и ставят в жарочный шкаф на 2–3 ч. Подают кашу со сливочным маслом.

Продолжительность варки круп быстрого приготовления значительно ниже, следовательно, и потери пищевых веществ при варке под воздействием высоких температур ниже.

Основные причины уменьшения времени варки каш быстрого приготовления: увеличение пористости крупы, частичное доведение до готовности при термическом воздействии (СВЧ, ИК или ГТО), изменение углеводов, белков.

Толщина клеточных стенок крупы также влияет на длительность варки. Способность к сохранению клеточной структуры в процессе варки определяет внешний вид и консистенцию готового продукта. При ИК и СВЧ клеточные стенки сохраняют свою эластичность, при ГТО крупу часто плющат, что изменяет структуру и форму крупы [92].

Сравним пищевую ценность 100 г рассыпчатой каши, сваренной на воде из крупы необработанной, обработанной СВЧ и ИК (табл.15).

Таблица 15 – Основные питательные вещества и калорийность 100 г каши

Наименование показателя	Каша, сваренная из необработанного зерна	Каша, сваренная из ИК обработанной крупы	Каша, сваренная из СВЧ обработанной крупы
Каша гречневая			
Белки, г	6,49	6,45	6,63
Жиры, г	1,57	1,57	1,57
Углеводы, г	26,09	25,59	25,57
Энергетическая ценность, ккал	144,46	142,30	142,94
В1 (тиамин), мг	0,10	0,08	0,09
В2 (рибофлавин), мг	0,09	0,09	0,09
РР, мг	1,98	1,29	1,42
Каша перловая			
Белки, г	5,53	5,41	5,34
Жиры, г	0,52	0,52	0,52
Углеводы, г	30,57	29,98	29,96
Энергетическая ценность, ккал	149,11	146,28	145,89
В ₁ (тиамин), мг	0,23	0,20	0,21
В ₂ (рибофлавин), мг	0,06	0,04	0,05
РР, мг	1,05	0,72	0,76

Анализ результатов исследований, представленных в таблице 15, позволяет установить следующую зависимость: пищевая ценность каш, приготовленных из необработанной крупы, заметно выше нежели каш, приготовленных из крупы,

прошедшей технологическую обработку. Однако каша, сваренная из крупы обработанной СВЧ, превосходит показатели ИК обработанной крупы.

Проводили анализ степени удовлетворения потребностей человека при потреблении 100 г каши или анализ обеспеченности круп быстрого приготовления и готовых блюд.

Степень удовлетворения потребностей определяли методом интегрального сора. Данный метод основан на определении процента отношения каждого компонента к формуле сбалансированного питания.

Интегральный скор показывает, в какой степени фактическое питание удовлетворяет потребности в отдельных пищевых веществах [20].

Ход работы. Определение интегрального сора проводят по формуле:

$$ИС = П * 100 / П_{фсп}, \quad (2)$$

где $П_{фсп}$ – величина показателя в формуле сбалансированного питания;

$П$ – величина того же показателя в оцениваемом рационе.

Величина $П$ берется из таблицы 15, величину $П_{фсп}$ принимаем по формуле сбалансированного питания, которая приведена в МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» [56] для мужчины 30 лет, 2 категория труда.

Таблица 16 – Степень удовлетворения суточных потребностей человека 100 г каши

Показатели	Ед. изм.	Суточная потребность [52]	Суточный рацион питания		Суточный рацион питания	
			Хим. состав	Интегральный скор, %	Хим. состав	Интегральный скор, %
			Гречневая крупа		Перловая крупа	
Белки	г	77	6,63	8,61	5,34	6,93
Жиры	г	88	1,57	1,79	0,52	0,60
Углеводы	г	387	25,57	6,61	29,96	7,74
Э.ценность	ккал	2650	142,94	5,39	145,89	5,51
B_1	мг	1,5	0,09	6,22	0,21	14,22
B_2	мг	1,8	0,09	4,74	0,05	2,89
РР	мг	20	1,42	7,08	0,76	3,79

Таким образом, 100 г перловой каши рассыпчатой восполняют суточные затраты в энергии на 5,5% , а 100 г гречневой – на 5,4.

4.3 Разработка и проектирование продуктов на основе КБП (методом математического анализа)

Разработка пищевого продукта, сбалансированного по белкам, жирам и углеводам, требует систематического подхода, включающего несколько этапов.

Определим цельразработки рецептуры продукта питания: необходимо разработать продукты питания, для взрослого населения, при этом количество белков, жиров и углеводов должно быть сбалансировано. Принимаем продукт для мужчины 30 лет, 2 категория труда. Формула сбалансированного питания и соотношение макронутриентов приведено выше.

Готовый продукт (каша) должен удовлетворять потребности пищевых веществах и энергии на 10% в сутки. Принимает данное соотношение за эталон.

Таблица 17 – Расчетное соотношение нутриентов и энергетической ценности в продукте

Показатели	Потребность в пищевых веществах	Расчетная потребность в пищевых веществах в проектируемом блюде (10%)
ЭЦ, ккал	2750	275
Белок, г	89	8,9
Жиры, г	92	9,2
Углеводы, г	392	39,2
Витамин В ₁ , мг	20	0,15
Витамин, В ₂ , мг	1,5	0,18
Ниацин, мг	20	2

Крупы быстрорастворивающуюся, обработанную СВЧ, можно применять для приготовления гарниров и блюд из сборников рецептур на предприятиях общественного питания.

За счет быстрого времени варки можно составить смеси для приготовления.

Математическая постановка задачи для составления оптимальной рецептуры.

Вектор эталона качества продукта:

$$etalon = \langle etalon(j) \rangle, j=1, M \quad (3)$$

где, $etalon(1)$ – белки (г) в 100 г продукта,

$etalon(2)$ – жиры (г) в 100 г продукта,

$etalon(3)$ – углеводы (г) в 100 г продукта,

$etalon(4)$ – энергетическая ценность (ккал) в 100 г продукта,

$etalon(5)$ – витамин В1 (мг) в 100 г продукта,

$etalon(6)$ – витамин В2 (мг) в 100 г продукта,

$etalon(7)$ – витамин РР, ниацин (мг) в 100 г продукта.

Набор ингредиентов:

$$Ingr(i) = \langle ingr(i,j) \rangle \quad i=1, N \quad j=1, M \quad (4)$$

где, $ingr(i, j)$ – j -тый показатель качества i -го ингредиента.

Набор показателей качества ингредиентов совпадает с показателями качества эталона.

Определить: вектор

$$X = \langle x(i) \rangle \quad i = 1, N \quad (5)$$

где $x(i)$ – доля i -го ингредиента в купаже рецептуры, в %, причем, значения этих долей могут принимать только из множества 0, 1, 2, 3.

Таким образом решение ищется с точность до одного процента.

$$qip(j) = \sum_{i=1}^N ingr(i, j) \times x(i). \quad (6)$$

Допустимое решение:

Допустимым решением будем называть такой k -тый вариант вектора для которого справедливо:

$$\sum_{i=1}^N x(k, i) = 100, \quad (7)$$

$$\forall k \forall i \quad minen(i) \leq x(k, i) \leq maxen(i), \quad (8)$$

где $minen(i)$, $maxen(i)$ – соответственно минимальное и максимальное допустимое ингредиента в купаже (задается технологом).

Критерий оптимальности:

Рассматриваются два варианта критерия:

1. Критерий 1. Оценивает нормированную разницу между эталоном и купажем:

$$Q1 = \sqrt{\sum_{j=1}^M (\text{etalon}(j) - \text{cup}(j))^2 / \text{etalon}(j)^2} \quad (9)$$

2. Критерий 2. Оценивает компоненту с максимальным нормированным абсолютным отклонением от соответствующей эталонной:

$$Q2 = \max_j \frac{|\text{etalon}(j) - \text{cup}(j)|}{\text{etalon}(j)} \quad (10)$$

Оптимальное решение:

1. Оптимальным решением 1 будем называть такой допустимый вектор $X(k)$, который минимизирует $Q1$:

$$Q1 = \min_k Q1(k, X(k)) \quad (11)$$

2. Оптимальным решением 2 будем называть такой допустимый вектор $X(k)$, который минимизирует $Q2$

$$Q2 = \min_k Q2(k, X(k)) \quad (12)$$

Поставленная задача по своему классу относится к задачам целочисленного нелинейного математического программирования. Для ее решения разработан алгоритм и программа, реализующие схему направленного формирования допустимых вариантов с отсевом недопустимых. Программа реализована на платформе C++Builder 6.0/

Каша перловая с соевым мясом, луком и морковью.

Предложено в состав каши ввести продукты соевые. Так продукт можно отнести и к группе вегетарианских блюд, увеличить содержание белка.

Основные компоненты каши – это крупа перловая, обработанная СВЧ, лук жареный сушеный, морковь сушеная, соевое мясо, а также смесь специй и пряностей для придания более яркого вкуса и аромата (чеснок сушеный).

Таблица 18– Эталон и купаж крупяной смеси, составляющий 10% от суточной потребности (на 100 г)

Показатели	ЭЦ, ккал	Белок, г	Жиры, г	Углеводы, г	Витамин В1, мг	Витамин В2, мг	Ниацин, мг
Эталон	275	8,9	9,2	39,2	0,15	0,18	2
Купаж							
Каша перловая, сваренная из КБП	102,21	3,74	0,37	20,98	0,21	0,05	0,76
Лук сушеный жареный	299	12,97	0,44	74,68	0,08	0,03	0,3
Морковь сушеная	277	13	1	54	0,53	0,42	1,04
Соль пищевая поваренная	0	0	0	0	0	0	0
Чеснок сушеный	352	16	0	72	0,08	0,08	2,8
Мясо соевое	298	52	2	18	0,94	0,85	0
Масло оливковое	898,2	0	99,8	0	0,00	0,00	0,00

Form1

ЭТАЛОН, КУПАЖИ, ИНГРЕДИЕНТЫ, КРИТЕРИИ

	ЭЦ, ккал	Белок, г	Жиры, г	Углев. г	В1, мг	В2, мг	Ниацин, мг	Критерий-1	Критерий-2
Эталон	275	8,9	9,2	39,2	0,15	0,18	2		
Купаж-1									
Купаж-2									
Каша перло	102,2	3,74	0,37	20,98	0,21	0,05	0,76		
Лук сушен	299	12,97	0,44	74,68	0,08	0,03	0,3		
Морковь су	277	13	1	54	0,53	0,42	1,04		
Чеснок суш	352	16	0	72	0,08	0,08	2,8		
Мясо соево	298	52	2	18	0,94	0,85	0		
Масло оли	898,2	0	99,8	0	0	0	0		

РАССЧИТАТЬ

ОГРН. ПО ИСПОЛ. ИНГРЕД

	Минимум	Максимум
Каша свар	10	90
Лук суш. жар	5	8
Морковь, су	3	5
Чеснок суш	1	1
Мясо соево	5	8
Масло оли	1	3

ОПТИМ. КУПАЖ

отт. рецепт %

ОТЛАДОЧНОЕ ОКНО

Рисунок 20 – Интерфейс программы на первом этапе

На рисунке 20 представлен интерфейс начального этапа решения задачи, а на рисунке 21 результат решения задачи.

	ЭЦ, ккал	Белок, г.	Жиры, г.	Углев. г.	В1, мг.	В2, мг.	Ниацин, мг.	Критерий-1	Критерий-2
Эталон	275	8,9	9,2	39,2	0,15	0,18	2		
Купаж-1	156,37	7,05	3,45	25,25	0,24	0,10	0,688	1,313	
Купаж-2									
Каша перло	102,2	3,74	0,37	20,98	0,21	0,05	0,76		
Лук сушен	299	12,97	0,44	74,68	0,08	0,03	0,3		
Морковь су	277	13	1	54	0,53	0,42	1,04		
Чеснок суш	352	16	0	72	0,08	0,08	2,8		
Мясо соево	298	52	2	18	0,94	0,85	0		
Масло оли	898,2	0	99,8	0	0	0	0		

	Минимум	Максимум
Каша свар	80	80
Лук суш. жар	6	6
Морковь су	3	5
Чеснок суш	1	1
Мясо соево	5	8
Масло оли	1	3

Рисунок 21 – Результат решения задачи

Таким образом, в результате математического планирования задачи составлена оптимальная рецептура каши перловой с морковью, луком и соевым мясом, приведенной в таблице 19.

Таблица 19 – Сбалансированная рецептура каши

Показатели	Масса, г	ЭЦ, ккал	Белок, г	Жиры, г	Углеводы, г	Витамин В1, мг	Витамин В2, мг	Ниацин, мг
Эталон	100	275	8,9	9,2	39,2	0,15	0,18	2
Купаж смеси	100	156,37	7,05	3,45	25,25	0,24	0,10	0,69
Состав:								
Каша перловая, сваренная из КБП	80	102,21	3,74	0,37	20,98	0,21	0,05	0,76
Лук сушеный жареный	7	299	12,97	0,44	74,68	0,08	0,03	0,3
Морковь сушеная	3	277	13	1	54,00	0,53	0,42	1,04
Чеснок сушеный	1	352	16	0	72	0,08	0,08	2,8
Мясо соевое	5	298	52	2	18	0,94	0,85	0
Масло оливковое	3	898,2	0	99,8	0	0,00	0,00	0,00

Для получения 80 г каши перловой, необходимо взять 27 г крупы. Тогда итоговая рецептура смеси для приготовления каши перловой с морковью, луком и соевым мясом приведена в таблице 20.

Таблица 20 – Рецептuru смеси для приготовления каши перловой с морковью, луком и соевым мясом

Наименование сырья	Масса нетто, г	
	КБП перловая	27
Лук сушеный жареный	7	11
Морковь сушеная	3	5
Чеснок сушеный	1	2
Мясо соевое	5	8
Масло оливковое	3	5
Выход готовой каши	100	150

Технология приготовления: в предварительно подсолённую кипящую воду высыплют смесь, тщательно перемешивают и варят при слабом кипении от 15 до 18 минут.

Количество воды для варки одной порции каши рассыпчатой – 100 мл.

Одна порция такой каши массой 150 г восполнит 8,55 % суточной потребности в энергии.

Каша гречневая с луком и морковью.

Также разработали рецептuru каши гречневой с луком и морковью. В состав входят крупа гречневая, обработанная СВЧ, лук жареный сушеный, морковь сушеная.

Постановка задачи и решение идентичны задаче выше. На рисунке 22 показан интерфейс программы и решение задачи. Ограничения по компонентам поставлены следующие: доля каши в готовом продукте должна составлять от 80 до 90%, лук сушеный жареный – 6...8%, морковь сушеная жаренная – 3...5%, масло – 6...9%.

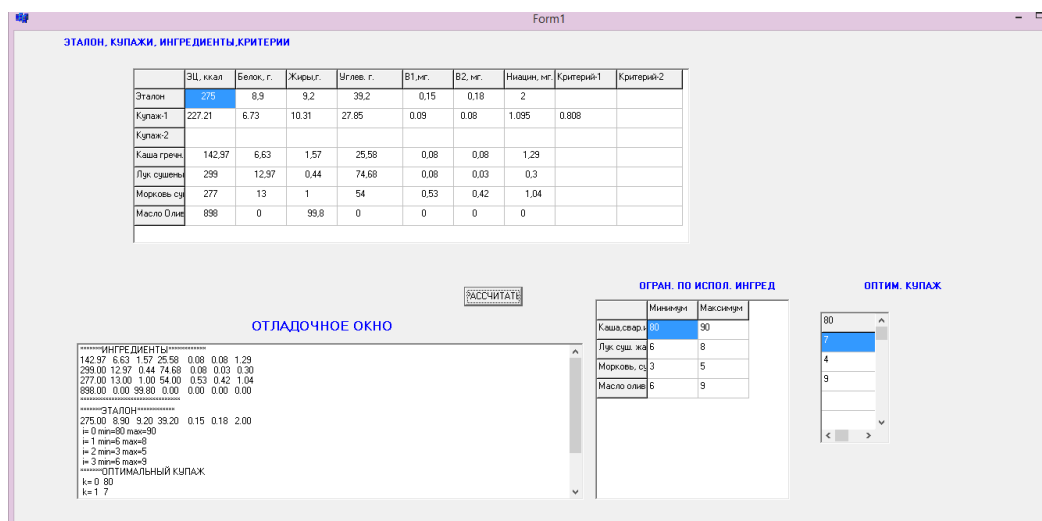


Рисунок 22 – Интерфейс программы и решение задачи

Оптимальная рецептура каши гречневой с луком и морковью приведена в таблице 21.

Таблица 21 – Сбалансированная рецептура каши

Показатели	Масса, г	ЭЦ, ккал	Белок, г	Жиры, г	Углеводы, г	Витамин В1, мг	Витамин В2, мг	Ниацин, мг
Эталон	100	275	8,9	9,2	39,2	0,15	0,18	2
Купаж смеси		227,21	6,73	10,31	27,85	0,09	0,08	1,10
Состав:								
Каша гречневая, сваренная из КБП	142,97	6,63	1,57	25,58	0,08	0,08	1,29	142,97
Лук сушеный жареный	299	12,97	0,44	74,68	0,08	0,03	0,3	299
Морковь сушеная	277	13	1	54	0,53	0,42	1,04	277
Масло оливковое	898,2	0	99,8	0	0,00	0,00	0,00	898,2

Пересчитав кашу на массу крупы, получим рецептуру смеси для приготовления каши гречневой с луком и морковью (табл.22).

Таблица 22 – Рецептура смеси для приготовления каши гречневой с морковью, луком

Наименование сырья	Масса нетто, г	
КБП гречневая	38	58
Лук сушеный жареный	7	11
Морковь сушеная	4	6
Масло оливковое	9	14
Выход готовой каши	100	150

Сухие компоненты необходимо засыпать в кипящую подсоленную воду, тщательно перемешать и варить 10 минут. Рекомендованное количество соли пищевой поваренной – 1,5 г.

Количество воды для варки 1 порции каши рассыпчатой – 110 мл, для варки вязкой каши – 230 мл.

Если принять выход готовой каши 150 г, то каша перловая с луком, морковью и соевым мясом покрывает 6% от суточной нормы ккал (от 2750 ккал), а каша на основе гречневой крупы овощами на 8,3%.

Упаковка смесей круп должна быть герметичной, так как все компоненты имеют высокое влагопоглощение. Рекомендуется применять пакеты дой-пак с zip-замком для упаковки, на них же нанести логотипы и основную информацию о продукте в соответствии с ТР ТС 022/2012 и ТР ТС 005/2012.

Гранола Гречневая.

Использование каш быстрого приготовления в производстве гранолы позволит снизить затраты времени и ресурсов на приготовление пищи, сократить финансовые затраты, при этом сохранить употребление белков и углеводов на требуемом уровне.

Разработка продукта гранола целесообразна, позволит расширить ассортимент злаковых продуктов. Меняя соотношение компонентов, и/или также используя дополнительные биологически активные добавки можно получить продукт функционального назначения.

По внешнему виду гранола должна быть сформована в батончик, в сечении прямоугольной формы, высотой не более 15 мм, шириной до 30 мм, или в виде кубиков с ребром от 10 до 15 мм. Поверхность должна быть коричневого цвета (гречневая гранола).

Содержание влаги в готовом продукте не должно превышать 15 %.

Орехи (кедровые, миндаль, фундук), семена (тыквы, льна, подсолнуха), сухофрукты (курага, чернослив и т.д.) могут быть добавлены с целью улучшения как вкусовых характеристик, так и для пищевой ценности.

Соотношение компонентов гранолы также осуществили с помощью математического моделирования. Конечная рецептура и пищевая ценность на 100 г представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Рецептура гранола Гречневая и пищевая ценность продукта

Наименование сырья	Масса, г	Химический состав, г			ЭЦ, ккал
		белки	жиры	углеводы	
Основа гречневая	62	4,68	1,27	20,38	111,65
Слива сушеная (чернослив)	3	0,07	0,02	1,73	7,37
Арахис	6	1,58	2,71	0,59	33,10
Кешью	6	1,11	2,91	1,35	36,03
Фундук	7	1,05	4,31	0,66	45,58
Миндаль	6	1,12	3,22	0,78	36,58
Изюм	4	0,09	0,02	2,63	11,08
Мед	4	0,03	0,00	3,21	12,98
Корица	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Мускатный орех	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Масло оливковое	3	0,00	2,99	0,00	26,95
Итого	100	5,05	16,18	10,95	209,65

Как видно из расчета, полученная гранола калорийная, с долей белков (в 100 г продукта 7% от суточной нормы). Углеводы (18% от суточной нормы в 100 г гранолы) – сложные, в том числе клетчатка. Простых углеводов очень мало, сладость регулируется медом. Можно мед заменить на патоку, но биологическая ценность продукта в таком случае снижется.

Форма выпуска гранолы – батончик, который можно легко разломить. Гранолу можно употреблять в пищу в виде батончика; также с молоком или кисломолочным продуктом (йогурт, кефир) и употреблять в виде каши моментального приготовления. Один батончик массой 220 г может составить полноценный завтрак (17% от суточной нормы).

5 АНАЛИЗ СПРОСА И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ

Анализ спроса и экономической эффективности внедрения производства круп быстрого приготовления является важным моментом для любой компании или организации, рассматривающей возможность выхода продукции на рынок.

5.1. Анализ потребительского спроса на разрабатываемую продукцию

Спрос на КБП проанализировали, изучив текущие тенденции рынка и предпочтения потребителей. Это включало изучение покупательских привычек потребителей, определение популярных вкусов и сортов, а также изучение существующей конкуренции. Также важно было изучить целевую аудиторию, например, людей, заботящихся о своем здоровье, или занятых родителей, ищущих вариант быстрого завтрака.

В целом, разнообразие видов каш основано, прежде всего, на ассортименте доступных круп, но способ производства крупы и способ варки каши также играют роль в создании уникальных вкусовых сочетаний. Универсальность каши делает ее популярным блюдом во многих культурах мира.

Каша полезна и вкусна, но, к большому сожалению, в последнее время она незаслуженно забыта и вытеснена из ежедневного рациона фастфудом и полуфабрикатами, что очень вредно сказывается на здоровье людей.

В двадцатом веке научно-исследовательские институты действительно уделяли внимание гигиене и безопасности пищевых продуктов, в том числе безопасности и пользе каши для здоровья. Каша действительно была обязательным продуктом питания во многих учреждениях, особенно для детей, из-за ее питательной ценности и пользы для здоровья. Однако в последние годы рацион питания детей в учреждениях изменился в сторону использования более обработанных продуктов и полуфабрикатов, а также макарон, сосисек и мясных консервов. Это вызывает беспокойство родителей и общественности, поскольку

эти продукты часто имеют высокую энергетическую ценность и низкую питательную ценность. В них может быть много калорий, но не хватает важных питательных веществ, таких как витамины, минералы и клетчатка, которые имеют решающее значение для роста и развития организма ребёнка.

Каша считается настолько полезным и легкоусвояемым продуктом, что педиатры рекомендуют ее в качестве прикорма для младенцев, а также для правильного питания во время беременности и грудного вскармливания. При достижении 4-месячного возраста, когда потребность ребенка в витаминах, минералах и белках возрастает, врачи говорят, что все вышеперечисленное можно легко получить, введя в рацион каши и продукты переработки злаков [28, 84, 90].

Очень важную роль играет наличие клетчатки во всех видах каш. Клетчатка – это очень важный элемент, который способствует правильному пищеварению, восстановлению полезной микрофлоры кишечника и выведению токсинов из организма. Это важно для здоровья человека в целом и правильной работы кишечника. Из-за неполного и нерегулярного опорожнения часто возникают такие заболевания, как геморрой, варикозное расширение вен и другие серьезные проблемы со здоровьем [46].

Диетологи используют очищающее свойство каш для разработки различных диет. Перловая диета, одна из самых эффективных и недорогих, очень хорошо подходит для восстановления после алкогольного или пищевого отравления, а также после переизбытка, когда организм действительно нуждается в отдыхе, очищении и разгрузке.

Выдержать такую диету очень сложно. Если в течение пяти дней употреблять одну перловку – масса тела уменьшается (поэтому рекомендована для людей с избыточной массой тела), кожа станет чистой и эластичной, исчезнут отеки, нормализуется работа кишечника, а также отступят аллергические реакции.

Недаром в старину на Руси перловая крупа вообще считалась "боярским" блюдом и была недоступна простым людям. Японский ученый Йошихиэ

Хагивара, который изучал полезные свойства злаков более 10 лет, назвал перловую крупу самой полезной из всех и утверждал, что ячмень является лучшим источником питательных веществ, необходимых для здоровья человека.

Здоровому питанию уделяют большое внимание, реализуются проекты от Роспотребнадзора «Здоровое питание», Национальный проект Демография, Здравоохранение. Потребительская грамотность населения повышается. Но проблема питания по-прежнему стоит очень остро. Доказано, что расстройства пищеварительной системы сокращают жизнь примерно на 7-8 лет, треть всех заболеваний желудочно-кишечного тракта связана с питанием [78]. Питание должно быть умеренным и регулярным.

При этом нагрузка человека как физическая, так и умственная только увеличивается. Времени на приготовление пищи уменьшается, традиционные блюда заменяются блюдами быстрого приготовления, доставкой готовых обедов или фастфудом.

Спрос повлиял на предложение: продуктам быстрого приготовления в сфере производства уделяется большое внимание. На рынке представлено довольно большое разнообразие продуктов, в том числе круп быстрого приготовления, сухих завтраков, диетического и детского питания. Отдельно можно выделить группу продуктов для спортивного питания.

Но по объемам производства продукции быстрого приготовления Россия значительно отстает от европейских стран и Соединенных Штатов.

Продукты готовые к употреблению, в частности сухие завтраки на российском рынке заняли свою нишу, но полностью вытеснить каши они не смогли. Каша – это "природная пища", содержащая большое количество незаменимых аминокислот, углеводов, включая клетчатку, растительные жиры, витамины и микроэлементы. Конечно, питательная ценность злаков неодинакова. Например, максимальное содержание клетчатки в овсяной, гречневой и пшеничной крупах, минимальное – в манной и рисовой кашах.

Поэтому на нашем рынке широкий ассортимент круп быстрого приготовления, время доведения их до готовности меньше за счет

дополнительной термической обработки крупы на производстве. Для удобства такие крупы чаще всего упаковывают порционно, при их приготовлении необходимо только добавить воду, соль.

Производство крупы с сокращенным временем приготовления – проблема, изучаемая многими специалистами. Результаты их исследований позволяют с высокой вероятностью прогнозировать положительное развитие этой отрасли [46, 85].

Проанализировав обзоры и прогнозы развития рынка круп быстрого приготовления разных компаний (таких как Федеральная служба государственной статистики РОССТАТ, Россельхознадзор, ALTO CONSULTING GROUP (ACG), ГК «СОЮЗСНАБ», ООО "БизнесСтат", Агровестник) можно выделить следующие основные моменты:

- с 2019 года наблюдается увеличение объемов производства круп быстрого приготовления; так в 2021 г на 11,5 % больше объема предыдущего года, (более 15 тыс тонн);
- рынок круп быстрого приготовления в первом полугодии 2022 г уменьшился на 12,4% в сравнении с 2021 годом. Связано это с санкциями против РФ;
- большая часть объема круп быстрого приготовления была произведена в Северо-Западном федеральном округе;
- снижение общей посевной площади, из-за засухи 2021 года; перераспределение видов круп (уменьшение риса и проса, увеличение доли гречихи);
- высокие урожаи 2022 года, при этом уменьшение объемов экспорта;
- рынок насыщен и стабилен.

Интерес к продуктам питания быстрого приготовления, а также обогащённым продуктам наблюдается по всему миру. Проведенные исследования показывают заинтересованность потребителей в продуктах здорового питания и обогащенных продуктах [97, 106], готовность потребителей платить за обогащенные продукты (в том числе потребителей с разными уровнями доходов) [100, 118, 125, 126, 135], а также факторы влияющие на готовность потребителей платить [93, 135].

В настоящее время наблюдается тенденция к сокращению производства традиционной продукции, что связано со снижением потребительского спроса и переходом на новые виды продукции. В связи с этим можно сделать вывод, что необходимо внедрить в производство технологию, которая позволит получить продукт, обладающий необходимыми характеристиками.

Большинство участников оценили состояние своего здоровья на 7 баллов из 9. Выяснилось, что только 3% респондентов считают состояние своего здоровья идеальным, и все они были молодыми людьми в возрасте не менее 34 лет. Респонденты в возрастной группе "старше 60 лет" оценили свое здоровье не ниже 4 баллов. Опрос показал, что не все участники постоянно поддерживают хорошее здоровье. Только 29,7% респондентов в возрасте от 35 до 60 лет постоянно поддерживают свое здоровье, и это число выше у тех, кто моложе 35 лет - 43,2%. Кроме того, 17,6% респондентов считают медицинское обслуживание скорее модой, чем необходимостью.

Опрос также показывает, что более половины (67%) участников понимают важность здорового питания. Однако 62% из них отметили недостаток основных питательных веществ в своем нынешнем рационе. Что касается альтернативных источников энергии и добавок, 49% участников сочли их приемлемыми, 28% приняли функциональные продукты питания, а 17% использовали другие источники. Подводя итоги, социологический опрос дает представление о состоянии здоровья и пищевых привычках участников. Хотя более половины участников понимают важность здорового питания, значительная часть из них не последовательно расставляет приоритеты в отношении своего здоровья. Тем не менее, большинство участников сочли альтернативные источники энергии, добавки и функциональные продукты питания приемлемыми, что говорит о том, что они открыты для того, чтобы попробовать новые подходы к улучшению своего здоровья.

С функциональными продуктами питания знакомы 70% опрошенных.

Регулярное употребление крупяных продуктов наблюдается только в старшей возрастной группе (2-3 раза в неделю и более), при этом 100%

опрошенных иногда включают кашу в свой рацион. Также доля употребления каш быстрого приготовления составит не менее 25%.

Таким образом, 50% опрошенных в возрасте 25-35 лет употребляют кашу быстрого приготовления.

Самой распространенной крупой, по результатам опроса, можно назвать гречневую, 84% опрошенных заявили, что в их рацион входит гречневая крупа. На втором месте по популярности находится рисовая крупа (57% опрошенных), на третьем – овсяные хлопья (48%). Овсяная крупа находится на пятой позиции (29%), пшено - на восьмой.

По данным социологического опроса, наиболее важным фактором для потребителей была польза для организма (47%), что означает, что люди осознают пользу для здоровья, связанную с продуктами, которые они едят. Скорость приготовления (32%) также была существенным фактором, подчеркивая светлый образ жизни потребителей, которые ценят удобство, когда дело доходит до приготовления еды. Упаковка (17%) оказала некоторое влияние, хотя и не такое сильное, как вышеупомянутые факторы, а стоимость повлияла только на 4% респондентов. Итоги опроса также свидетельствуют о том, что российские потребители лояльны и предпочитают отечественные бренды, произведенные в сельскохозяйственных регионах страны. Это указывает на предпочтение продукции местного производства.

Отдельные респонденты отмечают, что при выборе товара они ориентируются в первую очередь на вкус и предыдущие покупки, предпочитая проверенных производителей.

Просьба расширить ассортимент каши быстрого приготовления подтверждается результатами опроса: 62% опрошенных отметили, что хотели бы видеть такую продукцию на полках магазинов. Более половины готовы платить за продукт с добавленной стоимостью 150-200% от первоначальной цены.

Современные продукты питания имеют большой перечень требований: они должны быть безопасными, сбалансированными, с длительным сроком хранения и т.д. Но главное требование – продукт должен быть привлекательным для

потребителя, то есть иметь приятный внешний вид, цвет, вкус и запах; состав продукта должен быть максимально простым и знакомым каждому потребителю; в то же время быть разнообразным или легко изменяемым; в приготовлении быстрым и удобным. Немаловажную роль играет энергетическая ценность, содержание минералов и витаминов, полезность белкового состава, усвояемость [1].

Доказано целесообразность применения каш быстрого приготовления для обогащения фолиевой кислотой: при времени варки 5 минут содержание фолиевой кислоты в кашах существенно не изменилось [106].

Каша быстрого приготовления на основе гречневой крупы (дополнительно обогащенной изолятом соевого белка) снижают уровень холестерина, холестерина ЛПНП, триацилглицерина и мочевой кислоты в сыворотке, а также значительно повышает уровни адипонектина в сыворотке, холестерина ЛПВП и безжировой массы. Также отмечено авторами, что прием каши А в качестве функциональной пищи может улучшить липидный профиль и уменьшить воспаление [97].

5.2 Экономическая эффективность внедрения новой технологии в производство

В данной работе рассматриваем применение новой энергосберегающей технологии в производстве перловой и гречневой круп быстрого приготовления.

В отечественном пищевом производстве наиболее распространено оборудование, в котором реализован принцип ИК-нагрева. Способ ИК-нагрева достаточно энергоемок и малопродуктивен. Предпочтительнее был бы метод СВЧ-нагрева как более производительный. В связи с этим, решили разработать способ СВЧ-воздействия для производства круп быстрого приготовления.

В базовом варианте предлагается использовать установку ИК установку УТЗ-4, которая имеет производительность 0,2 т/ч, в проектируемом варианте используется СВЧ-установка «Ламинария» с производительностью 0,5 т/ч.

Оценку экономической эффективности проводили для производства в целом, из расчета что 80% объема производства составляет гречневая крупа быстрого приготовления, 20% – перловая. Такое распределение обусловлено большим потребительским спросом гречневой крупы.

Оптовая цена предприятия (отпускная цена) – цена изготовителя продукции, по которой реализуется произведенная продукция оптово-сбытовым организациям или другим предприятиям [82].

Данные цены должны обеспечить возможность продолжения хозяйственной деятельности предприятия в условиях рыночной экономики, то есть получать прибыль и возмещать издержки производства.

Оптовая цена включает полную себестоимость и прибыль предприятия [82].

Расчет себестоимости продукции

Полная себестоимость продукции – это себестоимость полных издержек. Произведен расчет технико-экономических показателей на 1 тонну готовой продукции, учитывая действующие в настоящее время расценки на ресурсы, используемые предприятием, а также производительности установок базового и проектируемого вариантов.

Расчет полной себестоимости для крупгречневой и перловой рассмотрен подробно и представлен в таблице 24. Цены показаны по состоянию на апрель 2023 г.

Таблица 24 – Расчет полной себестоимости 1 тонны продукции

Наименование затрат	Себестоимость продукции, руб.	
	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Сырье (гречневая крупа)	36000	36000
Сырье (перловая крупа)	14500	14500
Вспомогательные материалы	380,9	380,9
Электроэнергия на технологические нужды	854	305
Заработная плата производственных рабочих	600	300
Единый налоговый платеж (30%)	180	90
Общепроизводственные и прочие расходы	178,22	60,38
Полная себестоимость производимой крупы	33893,12	32836,28

Оптовую цену $O_{п}$ рассчитывали по формуле (13) [82]:

$$O_{п} = \text{ПолСеб} + P_{\text{прод}} + \text{НДС, руб.}, \quad (13)$$

где, $O_{п}$ – оптовая цена, руб.

ПолСеб – полная себестоимость продукции, руб.

$P_{\text{прод}}$ – рентабельность продукции (15 % от ПолСеб), руб.

НДС – налог на добавочную стоимость (10 % от ПС), руб.

Для базового варианта:

$$O_{п} = 33893,12 + 5083,97 + 3389,31 = 42366,40 \text{ руб.}$$

Для проектируемого варианта:

$$O_{п} = 32836,28 + 4925,44 + 3283,63 = 41045,35 \text{ руб.}$$

Таким образом, оптовая цена в базовом варианте равна 42366,40 рублей, в проектируемом варианте равна 41045,35 рублей. Так как производителю невыгодно выпускать продукцию по стоимости ниже рыночной, принимаем оптовую цену, равную 42000 рублей за тонну.

Оптово-отпускную цену рассчитывали по формуле (14):

$$O_{\text{т.п.}} = O_{п} + 10\% \times O_{п}, \text{ руб.}, \quad (14)$$

где $O_{\text{т.п.}}$ – оптово-отпускная цена, руб.

$O_{п.}$ – оптовая цена, руб.

$$O_{\text{т.п.}} = 46200 \text{ руб.}$$

Товарная продукция (ТП) рассчитывается с учетом суточной выработки изделия. Так как разрабатываемый вид крупы можно выпускать на поточно-механизированной линии, приняв продолжительность рабочего дня в обоих вариантах 12 часов. Учитывая производительность оборудования, при расчете примем выработку: в базовом варианте 3 т/сут, в проектируемом варианте 6 т/сут.

ТП рассчитывали по формуле (15):

$$\text{ТП} = O_{п} \times \text{выработка, руб.}, \quad (15)$$

где $O_{п}$ – оптовая цена, руб

выработка – количество продукции, вырабатываемой в сутки, т.

В результате расчетов получали, что товарная продукция в базовом варианте составляет 126000 рублей, в проектируемом варианте – 252000 рублей.

Полную себестоимость рассчитывали по формуле (16)

$$\text{ПолСеб} = \text{ПС}_1 \times \text{выработка, руб.}, \quad (16)$$

где ПолСеб – полная себестоимость, руб.

$\text{ПС}_{1Т}$ – полная себестоимость 1 тонны продукции, руб

выработка – количество продукции, вырабатываемой в сутки, т

Полная себестоимость составила в базовом варианте 101679,36 рублей, в проектируемом варианте – 197017,68 рублей.

Объем капитальных вложений складывается из затрат на строительство здания, оснащения его торгово-технологическим оборудованием, инвентарем. Расчет капитальных вложений на реконструкцию производится, исходя из средней стоимости строительных работ и стоимости оборудования (табл.25).

Таблица 25 – Расчет капитальных вложений

Перечень оборудования		Сумма капитальных вложений, тыс. руб.	
Наименование	Марка	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Установка для термообработки зерна	УТЗ-4 (ИК)	290	
	Ламинария (СВЧ)		950
Автоматические весы	D-5000	70	70
Рассев	РАССЕВ Я.31.125.00.00.00	490	490
Увлажнительный аппарат	шнековый	420	420
Шнеки для отволаживания	–	420	420
Сушилка	Сушилка хлопьев азровибрационная СХА	800	–
Плющильный станок	Станок плющильный Я.31.226.00.00.00	870	–
Просеиватель	Я.31.125.00.00.00	300	300
Упаковка	DXDK-100	120	120
Хранение	ЕМК 10-100	400	400
Дозатор	Мегант-Стандарт-ВД	150	150
ИТОГО:		4330	3320
Доставка, установка и прочее оборудование	25%	1082,5	830
ИТОГО:		5412,5	4150

Таким образом исходя из суммы затрат на определенные виды оборудования и инвентаря, на строительно-монтажные работы получаем сумму необходимую для оснащения предприятия оборудованием, она составила в базовом варианте 5412,5 тысяч рублей, в проектируемом варианте –4150 тысяч рублей.

Балансовая прибыль характеризует конечный результат хозяйственной деятельности предприятия и представляет собой разницу между валовым доходом и издержками производства и обращения. Прибыль предприятия общественного питания, полученная от основной производственной деятельности, облагается по ставке 20 %. Чистая прибыль представляет собой разницу между балансовой прибылью и налогом на прибыль.

Таблица 26 – Расчет прибыли предприятия

Показатель	Сумма за сутки, тыс. руб.		Сумма за месяц, тыс. руб.	
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Общий товарооборот	163800,00	327600,00	4586,40	9172,80
Валовой доход: сумма	24320,64	54982,32	680,98	1539,50
Валовой доход в % к товарообороту	14,85	16,78	0,42	0,47
Издержки производства и обращения	18301,75	13487,47	512,45	377,65
Балансовая прибыль	24318,45	54981,18	680,92	1539,47
Налог на прибыль (20%)	4863,69	10996,24	136,18	307,89
Чистая прибыль	19454,76	43984,95	544,73	1231,58

Рентабельность – показатель экономической эффективности, отражает уровень отдачи затрат и степень использования материальных, трудовых и денежных средств в процессе производства и реализации продукции [2]. Предприятие рентабельно, если сумма выручки от реализации продукции достаточна не только для покрытия затрат на производство и реализацию, но и для образования прибыли. Данный показатель оценивает затраты предприятия на единицу выпускаемой продукции [2].

Окупаемость капиталовложений – показатель эффективности капитальных вложений, определяемый как отношение капитальных вложений к

экономическому эффекту, получаемому от их использования в процессе производства.

Экономическая эффективность капитальных вложений характеризуется сроком окупаемости T , лет, и рассчитывается по формуле:

$$T = \frac{KB}{ЧП}, \quad (17)$$

где KB – сумма капитальных вложений предприятия, тыс. руб.;

$ЧП$ – чистая прибыль предприятия, тыс. руб.

В базовом варианте, $T = 12,8$ мес = 1,1 год.

В проектируемом варианте: $T = 3,7$ мес = 0,4 года.

Рентабельность – показатель экономической эффективности работы предприятия, характеризующий соотношение дохода и затрат за определенный период времени.

В базовом варианте, $P = 7,82$ %.

В проектируемом варианте: $P = 27,44$ %.

Таблица 27 – Основные технико-экономические показатели

Показатель	Единица измерения	Сумма за месяц		Сумма за год	
		Базовый вариант	Проектируемый вариант	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Общий товарооборот	тыс. руб	4586,40	9172,80	55036,8	110073,6
Валовой доход: сумма	тыс. руб	680,98	1539,50	8171,74	18474,06
Валовой доход к товарообороту	%	0,42	0,47	4,99	5,64
Издержки производства и обращения	тыс. руб	512,45	377,65	6149,39	4531,79
Балансовая прибыль	тыс. руб	168,53	1161,86	2022,35	13942,27
Налог на прибыль (20%)	тыс. руб	33,71	232,37	404,469	2788,45
Чистая прибыль	тыс. руб	134,82	929,48	1617,88	11153,82
Капиталовложения	тыс. руб	–	–	5412,5	4150
Окупаемость	мес.			40,15	4,46
	год			3,35	0,37
Рентабельность	%			2,49	22,40

Вывод: проектируемый вариант является более выгодным за счет высокой производительности, что позволяет изготавливать в 2 раза больше исследуемого продукта и получать более высокую прибыль (в 6,8 раза) за равные промежутки времени; рентабельность проектируемого производства выше на 22,4 %.

5.3 Анализ затрат электроэнергии на варку каш

Для расчета затрат на приготовление каши принимали плиту эклектическую ПЭ4. По технологии предварительно подготовленную крупу всыпали в наплитный котел с толстым дном. Время доведения воды до кипения принимаем одинаковым для всех круп. Отличается время варки крупы: для крупы необработанной – 25 мин, крупы пропаренной быстрорастворяющейся – 15 мин, обработанной СВЧ – 10 мин.

Мощность конфорки плиты составляет 3 кВт.

Расчет приведем в таблице 28.

Таблица 28 – Анализ затрат электроэнергии при варке каш

Показатель	Контроль (необработанная крупа)	Быстрорастворяющаяся крупа (ИК)	Крупа, обработанная СВЧ
Мощность конфорки, кВт	3,00		
Время варки, мин	25	15	10
Время варки, ч	0,42	0,25	0,17
Затраты электроэнергии на варку, кВт	1,25	0,75	0,50
Затраты на варку каш до готовности, руб	7,63	4,58	3,05

Расчеты показали, что в сравнении с контрольной пробой суммарные затраты на варку СВЧ-обработанной крупы меньше в 2,5 раза.

В данной главе рассмотрена целесообразность изменения способа обработки круп с технологии ИК-нагрева на технологию СВЧ-излучения в производстве круп быстрого приготовления. Установили, что при одинаковой

экономической эффективности и при более низкой оптово-отпускной цене, за счет более высокого объема производимой продукции (производительность технологии СВЧ обработки выше по сравнению с производительностью технологии ИК-нагрева в 2 раза) технология СВЧ обработки обеспечивает более высокую прибыль, что показывает необходимость внедрения предложенной технологии.

Полная себестоимость 1 кг СВЧ-обработанной крупы составит 37,14 руб. для гречневой крупы и 15,6 руб для перловой. Цена ИК-обработанной гречневой крупы 38, 2 руб, то есть уменьшение себестоимости на 2,8%; для перловой крупы себестоимость уменьшилась на 6,3%.

Срок окупаемости линии производства КБП с применением СВЧ обработки составляет менее полугода.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1) Разработана структурно-функциональная модель пищевой системы производства продуктов на основе КБП. Это позволило получить более полное представление о работе производственной системы, изучить структуру и функциональные компоненты, определить различные входы, процессы и выходы, участвующие в производственном процессе, и то, как они взаимосвязаны. Модель обеспечила основу для анализа различных элементов производственной системы и их влияния друг на друга.

2) Теоретически исследованы современные способы производства круп быстрого приготовления, выявлены основные тенденции и действующие факторы. Современное производство направлено на уменьшение энерго- и ресурсозатрат, при одновременном увеличении производительности. Способ производства определяется тепловым воздействием на крупу (ИК, дополнительная ГТО, микронизация) или экструзионные процессы. К недостаткам существующих технологий относят: изменение в процессе производства внешнего вида крупы, путем дробления или плющения. Обоснована целесообразность применения СВЧ обработки для производства круп быстрого приготовления.

3) Поставлена и решена задача оптимизации режимов СВЧ обработки крупы при производстве КБП. Режим обработки обеспечивает наименьшие показатели по таким позициям, как время варки крупы до готовности и её влажность после обработки СВЧ, а также высокий балл по органолептическим характеристикам. Составлены и обоснованы уравнения зависимостей времени варки и влажности от продолжительности и мощности СВЧ обработки. Разработана программа, позволяющая выбрать оптимальных режим СВЧ обработки.

4) Получены результаты по исследованию влияния СВЧ обработки на потребительские свойства круп:

а) установлено влияние СВЧ на длительность варки крупы: она снижается обратно пропорционально мощности и времени облучения СВЧ. Продолжительность варки гречневой крупы по сравнению с необработанной (контроль) уменьшилась на 75%, для перловой крупы значения составили 51,5%;

б) влажность крупы уменьшается с увеличением мощности и продолжительности обработки СВЧ: для гречневой крупы влажность составила 10%, для перловой – 13%;

с) кислотное число жира, в пересчете на объем КОН, в крупе, обработанной СВЧ (8,38 для гречневой, 5,63 для перловой), ниже, чем в сыром зерне (13,39 для гречневой, 7,9 для перловой);

д) в пересчете на сухое вещество, в контрольной пробе (крупы необработанная) гречневая массовая доля белка в контроле равна 15,81 %, в крупе после СВЧ-обработки – 15,79 %, а после ИК обработки – 14,78%. В перловой крупе – 13,31%, 13,15% и 13,00 % соответственно;

е) углеводов в гречневой крупе сохраняется при микроволновом облучении на 3,6 % больше, чем при ИК-обработке, в перловой – 1,8%.

ф) витамин В1 сохраняется лучше после СВЧ-обработки на 6,07 % для гречневой крупы, а для перловой на 3,35%; РР витамин – на 3,3% и 2,28% соответственно;

г) активность амилазы уменьшалась (на 89,9% в перловой крупе, на 91,2% в гречневой крупе);

h) санитарно–эпидемиологические показатели круп соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011.

5) Установлен рациональный режим СВЧ обработки: 5 минут при мощности 500 Вт, а также дополнительные технологические операции: предварительная мойка зерна, сушка (отволаживание), досушка крупы.

б) Разработаны рецептуры и технологии приготовления продуктов на основе круп быстрого приготовления: каши рассыпчатые.

7) Определена пищевая ценность круп: в пересчете на сухое вещество в контрольной пробе (крупa необработанная гречневая) массовая доля белка равна 15,81 %, в крупe гречневой после СВЧ обработки – 15,79 %, а в ИК – 14,78. Также оценивались каши, приготовленные на основе обработанных круп

8) Методом математического анализа разработаны рецептуры продуктов на основе КБП: каша гречневая с морковью и луком, каша перловая с морковью, луком и соевым мясом, а также гранола.

9) Разработаны технологические инструкции, технические условия производства, патенты и технико-технологические карты на продукты.

10) Определено, что производительность технологии СВЧ-излучения выше по сравнению с производительностью технологии ИК-нагрева в 2,5 раза. Прибыль на 1 т продукции составит 25,35 тыс. руб. для перловой и 74,55 тыс. руб. для гречневой круп, что подтверждает необходимость внедрения предложенной технологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.
2. Андреева А. А., Кирдяшкин В. В., Елькин Н. В. ВОЛНОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЗЕРНОПРОДУКТОВ //ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ: НАУКА И ПРАКТИКА. – 2019. – С. 41-45.
3. Андреева А.А. Разработка энергосберегающей технологии производства продуктов быстрого приготовления из крупяного крахмалосодержащего сырья: автореф. дис. ... канд. технич. наук / Моск. гос. ун-т пищевых пр-в (МГУПП). – М.: Моск. гос. ун-т пищевых пр-в (МГУПП), 2010. – 26 с.
4. Бахтина, Д. С. Возможности применения инфракрасного излучения при производстве продуктов быстрого приготовления из зернобобовых культур / Д. С. Бахтина, А. А. Андреева, В. В. Кирдяшкин // Качество зерна, муки и хлеба : материалы докладов IV Международной конференции, Москва, 25–27 ноября 2019 года. – Москва: Некоммерческое образовательное частное учреждение дополнительного профессионального образования "Международная промышленная академия", 2019. – С. 201-203. – EDN BNNZOY.
5. Бачурская Л.Д., Гуляев В.Н. Пищевые концентраты. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 336 с.
6. Булюкин Е. С., Камынин П. С. ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРХВЫСОКИХ ЧАСТОТ В ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ ЗЕРНА //Цифровизация в АПК: технологические ресурсы, новые возможности и вызовы времени. – 2020. – С. 379-381.
7. Бутковский В.А., Мерко А.И., Мельников Е.М. Технологии зерноперерабатывающих производств. – М: Интеграф сервис, 1999. – 472 с.

8. Бутковский, В.А. Мукомольно-крупяная промышленность. Состояние и перспективы /В.А. Бутковский//Пищевая промышленность.-2002. –№ 8.
9. Варламова, Е. Н. Технология муки и крупы : учебное пособие / Е. Н. Варламова. — Пенза : ПГАУ, 2021. — 178 с.
10. Васильев, А. Н. Моделирование СВЧ-конвективной сушки зерна при движении его в активной зоне / А. Н. Васильев, А. А. Васильев, А. А. Цымбал // Инновации в сельском хозяйстве. - 2019. - 3(32). - С. 319329.
11. Вербина Н.М., Каптерева Ю.В. Микробиология пищевых производств – М.: Агропромиздат, 1988.–256 с
12. Воробьев В.В. ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ СВЧ-ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ В АПК РОССИИ// В.В. Воробьев //Инновации в сельском хозяйстве. 2014. № 4 (9). С. 28–32.
13. Воробьев, В. В. Бизнес-проект ресурсосберегающего производства продукции из приморского гребешка на основе СВЧ-технологий / В. В. Воробьев, В. В. Самойленко // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 1. – С. 90-98. – EDN ZCSDML.
14. Воробьев, В. В. Обоснование эффективности ресурсноэнергосберегающих СВЧ-технологий в развитии кластеров промышленной марикультуры в Приморском крае / В. В. Воробьев // Стратегическое планирование и развитие предприятий : Материалы Девятнадцатого всероссийского симпозиума, Москва, 10–11 апреля 2018 года / Под редакцией Г.Б. Клейнера. – Москва: Центральный экономико-математический институт РАН, 2018. – С. 726-730. – EDN VOUOGT.
15. Воробьев, В.В. Научно-практические основы создания эффективных технологий производства высококачественных продуктов из гидро-бионтов с использованием электромагнитного поля СВЧ: дис. д-ра техн. наук / В.В. Воробьев. – М., 2005. – 398 с.
16. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078-01. – М.: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002. – 168 с.

17. Гинзбург А.С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1986, 407 с.
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. – 304 с.
20. Гинзбург А.С., Дудровский В.П., Казаков Е.Д. и др. Влага в зерне. М.: Колос, 1969. – 224 с.
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 М.Е. Технология крупяного производства.–М.: Колос, 1981.–208 с.
23. ГОСТ 26312.1-84 Крупа. Правила приемки и методы отбора проб. – М.: Стандартиформ, 2010. – 6 с.
24. ГОСТ 26312.2–84 Крупа. Методы определения органолептических показателей, развариваемости гречневой крупы и овсяных хлопьев (с Изменением N 1). –М.: Стандартиформ, 2010. – 4 с.
25. ГОСТ 26312.7–88 Крупа. Метод определения влажности (с Изменением N 1). – М.: Стандартиформ, 2010. – 6 с.
26. ГОСТ 26971–86 Зерно, крупа, мука, толокно для продуктов детского питания. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 5 с.
27. ГОСТ 5550–21 КРУПА ГРЕЧНЕВАЯ. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2021. – 7 с.
28. ГОСТ 5784–22. Крупа ячменная. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2022. – 7 с.
29. ГОСТ 6201–2020. Горох шлифованный. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2021. – 6 с.
30. ГОСТ 6292-93 Крупа рисовая. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 5 с.

31. ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. – М.:изд-во стандартов, 2006. – 6 с.
32. Гуляев В.Н., Способы производства круп, не требующих варки // Консервная и овощесушильная промышленность. – 1969. – №2. – с. 1 – 3.
33. Доронин А.Ф, Шендеров Б.А. Функциональное питание. – М.: ГРАНТЬ, 2002. – 296 с.
34. Егоров Г.А. Технологические свойства зерна. Агропромиздат.–М., 1985, 334 с.
35. Егоров Г.А., Щеголева А.И. Влагоудерживающая способность крахмала, клейковины пшеничной Изв. вузов. Пищевая технология.-Краснодар, 1980,46 – 48 с.
36. Егоров, Г.А. Технология муки. Технология крупы [Текст]: учеб. пособие для вузов по специальности 270100 «Технология хранения и переработки зерна» / Г.А. Егоров – 4-е издание, испр. и доп. – М.: КолосС – 2005. – 302 с.
37. Ермаков, А.К Методы биохимического исследования растений/ А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярови. –Л.,: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
38. Есин С. Б., Захарова А. С. ВЛИЯНИЕ ИК-ИЗЛУЧЕНИЯ И СВЧ ОБРАБОТКИ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ ОВСЯНЫХ ХЛОПЬЕВ //Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности. – 2020. – С. 321-324.
39. Зверев С. В., Зверева Н. С. Физические свойства зерна и продуктов его переработки. – М. : ДеЛи принт, 2007. – 176 с.
40. Зверев С. В., Зверева Н. С. Функциональные зернопродукты. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 119 с.
41. Зерно, мука и хлеб России. Производство — хранение — переработка — рынок : монография / М. Г. Балыхин, В. А. Бутковский, О. А. Ильина [и др.]. — Москва : МГУПП, 2020. — 564 с
42. Зерноведение: учебник при подготовке бакалавров по направлению 35.03.07 "Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции" / Н. М. Личко, А. К. Личко ; Министерство сельского хозяйства

Российской Федерации, Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К. А. Тимирязева. - Москва : ДеЛи, 2021.

43. Зерновые завтраки / Под ред. Р.Б. Фаста и Э.Ф. Колдуэлла. – СПб: Профессия, 2007. – 528 с.

44. Казаков Е. Д., Карпиленко Г. П. Биохимия зерна и хлебопродуктов. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб. : ГИОРД, 2005. – 512 с.

45. 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.

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

47. Концепция развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года / К.В. Колончин, С.Н. Серегин, А.-Н.Д. Магомедов, В.И. Нечаев, А.Н. Осипов, Н.С. Демьянов, И.В. Ворошилова, П.В. Михайлушкин, С.Д. Фетисов; под ред. В.И. Нечаева. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2011. – 306 с.

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

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

50. Лабутина, Н.В. Повышение эффективности технологии хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов с использованием ржаной муки: // Диссер...д-ра техн. наук – М., – 2004 – 306 с.

51. Лисицина Н.В., Орлов А.И. Тепловая обработка зерна при производстве комбикормов. – Мукомольно-элеваторная и комбикормовая промышленность., 1976. № 12. С. 12–14.

52. Мелешкина Л.Е., Иунихина В.С., Вайтанис М.А. Изменение углеводного комплекса перловой и гречневой крупы быстрого приготовления в процессе барометрического текстурирования//Ползунов. вестн. –2012. –№ 2. –С. 117–121.

53. 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.

54. Методические рекомендации по органолептической оценке потребительских характеристик круп с применением балльной шкалы / К. Б. Гурьева, С. Л. Белецкий, Н. А. Хаба, И. А. Тарасова. - Москва : ДеЛи, 2022 (Москва). - 20 с.

55. Микробиологическая безопасность пищи: развитие нормативной и методической базы / С. А. Шевелева, И. Б. Куваева, Н. Р. Ефимочкина, Л. П. Минаева // Вопросы питания. – 2020. – Т. 89, № 4. – С. 125-145. – DOI 10.24411/0042-8833-2020-10048.

56. МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» [Электр. ресурс]. – Режим доступа <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402716140/>

57. Национальный аграрный сервер. Фермерские продукты становятся все популярнее. 2011. [Электронный ресурс] // <http://www.agropages.ru/page/4215.shtml>

58. 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.

59. Отраслевая программа Развитие мукомольно-крупяной промышленности Российской Федерации года [Текст]: постановление Министерства сельского хозяйства РФ от 23 мая 2014 г. N 166 // Собрание законодательства. – 2014. – Ст. 15.

60. Панфилова И.А. Разработка технологии быстрораствориваемой крупы и хлопьев из целого зерна пшеницы профилактического назначения с

использованием ИК-обработки: Автореф. дис. ...канд. техн. наук. – М. – 1998. – 26 с.

61. Пат. 2165714 Российская Федерация, МПК А23L1/168. Злаковый продукт быстрого приготовления с добавленными овощами и способ его получения [Текст] / Эрнст Х. Раймердес; Пьер Дюпар; Освальдо Джеромини; Жан-Жак Дежардан.; заявитель и патентообладатель СОСЬЕТЕ ДЕ ПРОДЮИ НЕСТЛЕ С.А. (СН). – № 2165714; заявл. 22.12.1995; опубл. 27.04.2001. – 4 с.

62. Патент 2264128 РФ, МПК: А 23 L 1/18, 1/20, А 23 Р 1/14, F 23 В 3/30. Установка для термообработки зернового сырья [Текст] / Филатов В.В., Филатов А.В., Кирдяшкин В.В., Елькин Н.В., Плаксин Ю.М., Андреева А.А.; заявитель и патентообладатель МГУПП. - № 2004129690/13; заявл. 14.10.04; опубл. 20.11.05, Бюл. № 32. – 8 с.

63. Патент 2372795 РФ, МПК А 23 L 1/18. Установка для термообработки пищевого материала [Текст] / Андреева А.А., Доронин А.Ф., Елькин Н.В., Елькин И.Н., Кирдяшкин В.В.; заявитель и патентообладатель МГУПП. – № 2008145707/13; заявл. 20.11.08; опубл. 20.11.09, Бюл. № 32. – 8 с.

64. Патент 2557721 РФ, МПК А23L1/10, А23В9/04, А23L1/025. Способ производства круп быстрого приготовления [Текст] / Тошев А.Д., Кисимов Б.М., Шалагина Ю.А.; заявитель и патентообладатель ЮУрГУ. – № 2014119664/13; заявл. 15.05.2014; опуб. 27.07.2015. – 4 с.

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

66. 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, Опубл. 10.05.2003, Бюл. № 13.

67. Пищевая химия : учебник / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова, В. В. Колпакова. — 6-е изд. — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2015. — 672 с

68. Попова Е. П. Микроструктура зерна и семян. – М.: Колос, 1979. –224 с.
69. Приезжева Л.Г., Сорочинский В.Ф., Мелешкина Е.П. Кислотное число жира – показатель безопасного хранения и реализации зернопродуктов // Пища, экология, качество: Труды XII Международной научно-практической конференции. – Москва, 20–21 марта 2015 г., ФАНО РФ, Минобрнауки, ФГБНУ «Сиб. н.-и. и технол. ин-т переработки с/х продукции», МГУПП. – М.: ООО «Ареал», 2015. – Т. 2. – С. 88–91.
70. Приказ Минсельхоза РФ от 25 июня 2007 г. №342 «О концепции развития аграрной науки и научного обеспечения АПК России до 2025 года»
71. Развитие инженерии техники пищевых технологий : учебник / С. Т. Антипов, А. В. Журавлев, В. А. Панфилов, С. В. Шахов ; под редакцией В. А. Панфилова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с.
72. Распоряжение Правительства РФ от 30 июня 2012 г. № 1134-р О плане мероприятий по реализации Основ государственной политики РФ в области здорового питания населения на период до 2020 г.
73. Ратушный, А. С. Технология продукции общественного питания : учебник / А. С. Ратушный. — 4-е изд. — Москва : Дашков и К, 2022. — 336 с. — ISBN 978-5-394-04281-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/277589> (дата обращения: 18.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
74. Рудась, П.Г. Разработка технологии новых видов овсяных каш быстрого приготовления, обогащенных микронутриентами /П.Г. Рудась, Н.В. Цугленок//Вестник КрасГАУ, 2006.–№ 11.–С. 243–245
75. Рущиц, А.А. Повышение качества мучных изделий с использованием светлого ячменного солода, обработанного СВЧ:// Автореф. дис. ...канд. тех. Наук – М., –2009. – 23 с.
76. Рюмшина, С. Ф. Технология приготовления блюд и кулинарных изделий для лечебного профилактического и диетического питания / С. Ф. Рюмшина // Региональный вестник. – 2019. – № 20(35). – С. 26-28.

77. Сивяков, Б. К. Установка СВЧ-сушки сельскохозяйственных продуктов в фермерских хозяйствах / Б. К. Сивяков, С. В. Григорьян // Вопросы электротехнологии. - 2019. - № 1. - С. 9-13. Гнездилова, А. И. Процессы и аппараты пищевых производств / А. И. Гнездилова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2020. - 270 с.

78. Скурихин, И.М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник/И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. –М.: ДеЛи принт, 2007. –276 с.

79. 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. – 488 с.

80. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года [Текст]: Распоряжение Правительства РФ от 29 июня 2016 г. N 1364-р // Собрание законодательства. – 2016. – с. 17.

81. Стратегия развития машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности РФ на период до 2030 г [Текст]: Распоряжение Правительства РФ от 30 августа 2019 г. №1931-р// Собрание законодательства. – 2019. – с. 41.

82. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года [Текст]: постановление Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. N 559-р // Собрание законодательства. – 2012. №18 – с. 74.

83. Техника и технология крупы, крупяных концентратов и сухих завтраков. Курсовое проектирование крупяных заводов [Текст] : учебное пособие / О. Н. Чеботарев, А. Ю. Шаззо ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный технологический университет". - Краснодар : КубГТУ, 2016. - 227 с.

84. Технический регламент Таможенного союза 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки». — Введ. 2011-12-09. — Официальный сайт Комиссии таможенного союза, 15.12.2011.

85. Технология и оборудование для производства кукурузной и других круп. Филин В.М.-Москва: ДеЛи принт, 2007.–223, [1] с.

86. Уистлер Р. Л., Пашаль Э. Ф. Химия и технология крахмала. – 84. 55. Иунихина В.С., Мельников Е.М. Крупяные продукты быстрого приготовления. // Хлебопродукты. – № 1. – 2006. – с. 30 – 32.

87. Урубков, С. А. Применение технологии комплексной обработки бобовых при производстве продукции, не требующей варки / С. А. Урубков, А. А. Королев, С. О. Смирнов // Перспективные исследования и новые подходы к производству и переработке сельскохозяйственного сырья и продуктов питания : Сборник научных трудов XIII Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов организаций в сфере сельскохозяйственных наук, Углич, 28–30 октября 2019 года. – Углич: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова" РАН, 2019. – С. 338-343

88. Федеральный закон от 1 марта 2020 г. № 47-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "О качестве и безопасности пищевых продуктов" и статью 37 Федерального закона "Об образовании в Российской Федерации" (дата обращения 17.12.2020)

89. Функциональные продукты питания: от теории к практике / Н. П. Шевченко, М. В. Каледина, Л. В. Волощенко [и др.] ; Министерство сельского Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина". - п. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. - 288 с.

90. Шегельман, И. Р. Инновации в производстве пищевых продуктов быстрого приготовления (2019-2020 гг.) / И. Р. Шегельман, А. С. Васильев, Ю. В.

Суханов // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – № 66-2. – С. 56-59. – DOI 10.18411/lj-10-2020-57. – EDN TLAAWG.

91. Штерман С. В., Сидоренко М. Ю. Высокопротеиновые каши быстрого приготовления для спортсменов СВ Штерман [и др.] //Иновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – 2019. – №. 11. – С. 237-248.

92. Юдина, С.Б. Технология продуктов функционального питания [Текст] / С.Б. Юдина; - М.ДеЛи принт. – 2008. – 280 с.

93. Яхин Рашит Гарафутдинович, Самигуллина Нурзиля Альбертовна, Ягунд Эдуард Михайлович, Яхин Рустем Рашитович Исследование влияния СВЧ-излучения на свойства продуктов питания растительного происхождения методами ЭПР и ИК-спектроскопии // Химия растительного сырья. 2017. №1.

94. COVID-19 и безопасность пищевых продуктов: руководство для предприятий пищевой промышленности. Временное руководство ВОЗ от 07.04.2020. Электронный ресурс. - Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_350330/

95. A.Almena, E. Lopez-Quiroga, P.J. Fryera, S. Bakalisb Towards the decentralisation of food manufacture: effect of scale production on economics, carbon footprint and energy demand [Текст] / A.Almena, E. Lopez-Quiroga, P.J. Fryera, S. Bakalisb // Energy Procedia. – 2019. – № 161. – С. 182-189.

96. Adebawale O. J., Taylor J. R. N., de Kock H. L. Stabilization of wholegrain sorghum flour and consequent potential improvement of food product sensory quality by microwave treatment of the kernels //Lwt. – 2020. – Т. 132. – С. 109827.

97. Agama-Acevedo E., Flores-Silva P. C., Bello-Perez L. A. Cereal starch production for food applications //Starches for food application. – Academic Press, 2019. – С. 71-102.

98. Akhila P. P. et al. Application of electromagnetic radiations for decontamination of fungi and mycotoxins in food products: A comprehensive review //Trends in Food Science & Technology. – 2021. – Т. 114. – С. 399-409.

99. Are consumers at the base of the pyramid willing to pay for nutritious foods? / G,K Christine, W. S. Kenneth, Wanyama Rosina [идр.]. — Текст : непосредственный // Food Policy. — 2019. — № 87. — С. 101745. Doi: 10.1016/j.foodpol.2019.101745
100. Buckwheat – enriched instant porridge improves lipid profile and reduces inflammation in participants with mild to moderate hypercholesterolemia / Mišana Aleksandra, AnaPetelinb, Stubeljб Mojca [идр.]. – Текст// Journal of Functional Foods. – 2017. – № 36. – С. 186-194. doi: 10.1016/j.jff.2017.06.056
101. Bumbudsanpharoke N., Ko S. Packaging technology for home meal replacement: Innovations and future prospective //Food Control. – 2022. – Т. 132. – С. 108470.
102. Cao H. et al. Effect of conventional and microwave heating treatment on antioxidant activity of quinoa protein after simulated gastrointestinal digestion //Food Chemistry. – 2023. – С. 135763. doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135763
103. Consumers' willingness to pay for information transparency at casual and fine dining restaurants / Nguyen Ly, Gao Zhifeng, L. A. James [идр.]. — Текст : непосредственный // International Journal of Hospitality Management. — 2022. — № 100. — С. 103104. Doi: 10.1016/j.ijhm.2021.103104.
104. Demand for healthier and higher-priced processed foods in low-income communities: Experimental evidence from Mexico City / E. D. Marcos, van,den Marrit, Donovan Jason [идр.]. — Текст : непосредственный // Food Quality and Preference. — 2022. — № 95. — С. 104362. doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104362.
105. Gezahegn Y. et al. Development and validation of analytical charts for microwave assisted thermal pasteurization of selected food products //Journal of Food Engineering. – 2023. – С. 111434. doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2023.111434
106. Guzik P. et al. Microwave applications in the food industry: An overview of recent developments //Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2022. – Т. 62. – №. 29. – С. 7989-8008.

107. Harasym J., Olędzki R. Comparison of conventional and microwave assisted heating on carbohydrate content, antioxidant capacity and postprandial glycemic response in oat meals //Nutrients. – 2018. – Т. 10. – №. 2. – С. 207.

108. Harasym J., Olędzki R. The mutual correlation of glucose, starch, and beta-glucan release during microwave heating and antioxidant activity of oat water extracts //Food and Bioprocess Technology. – 2018. – Т. 11. – С. 874-884.

109. Improved processing for the production of cereal-based fermented porridge enriched in folate using selected lactic acid bacteria and a back slopping process, / Bationo Fabrice, T. S. Laurencia, M. H. Youna [идр.]. – Текст : непосредственный // LWT. – 2019. – № 106. – С. 172-178. doi: 10.1016/j.lwt.2019.02.048

110. Irina, Dolgopolova Consumers' Willingness to Pay for Health Benefits in Food Products: A Meta-Analysis / Dolgopolova Irina, Teuber Ramona. — Текст : непосредственный // Applied Economic Perspectives and Policy,. — 2018. — № 40. — С. 333-352.

111. Keying Q., Changzhong R., Zaigui L. An investigation on pretreatments for inactivation of lipase in naked oat kernels using microwave heating //Journal of Food Engineering. – 2009. – Т. 95. – №. 2. – С. 280-284.

112. Krongworakul N., Naivikul O. Krongworakul N. et al. Effect of conventional and microwave heating on physical and chemical properties of Jasmine brown rice in various forms //Journal of Food Process Engineering. – 2020. – Т. 43. – №. 10. – С. e13506. doi.org/10.1111/jfpe.13506

113. Lewis M. A., Trabelsi S., Nelson S. O. Development of an eighth-scale grain drying system with real-time microwave monitoring of moisture content //Applied Engineering in Agriculture. – 2019. – Т. 35. – №. 5. – С. 767-774. doi: 10.13031/aea.1313

114. N.U. Sruthi, Pavuluri Srinivasa Rao Effect of processing on storage stability of millet flour: A review [Текст] / N.U. Sruthi, Pavuluri Srinivasa Rao // Trends in Food Science & Technology. — 2021. — № 112. — С. 58-74. doi.: 10.1016/j.tifs.2021.03.043

115. Natalia Sieti, Ximena C. Schmidt Rivera, Laurence Stamford, Adisa Azapagic Environmental impacts of baby food: Ready-made porridge products [Текст] / Natalia Sieti, Ximena C. Schmidt Rivera, Laurence Stamford, Adisa Azapagic // Journal of Cleaner Production. – 2019. – № 212. – С. 1554-1567. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.12.009
116. Natalia Sieti, Ximena C.Schmidt Rivera, Laurence Stamford Environmental sustainability assessment of ready-made baby foods: Meals, menus and diets [Текст] / Natalia Sieti, Ximena C.Schmidt Rivera, Laurence Stamford // Science of The Total Environment. – 2019. – № 689. – С. 899-911.
117. Nauman M. et al. Management of *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) by using microwave oven //Journal of Innovative Sciences. – 2020. – Т. 6. – №. 2. – С. 132-136.
118. Optimising food dehydration processes: energy-efficient drum-dryer operation / A. Almenea, K. R. Goodea, S. Bakalisb [и др.]. – Текст // Energy Procedia. – 2019. – № 161. – С. 174-181. doi: 10.1016/j.egypro.2019.02.078
119. Physicochemical Properties of Rice Starch during Microwave Heating for Food Product Quality //Journal of nutritional science and vitaminology. – 2019. – Т. 65. – №. Supplement. – С. S163-S165. doi.org/10.3177/jns.v.65.S163
120. Qu C. et al. Effects of microwave heating of wheat on its functional properties and accelerated storage //Journal of Food Science and Technology. – 2017. – Т. 54. – С. 3699-3706.
121. Radzyminska, M., Jakubowska, D. The conceptualization of novel organic food products: a case study of Polish young consumers [Текст] / Radzyminska, M., Jakubowska, D. // British Food Journal. — 2019. — № 121 . — С. 1884-1898. DOI: 10.1108/BFJ-01-2019-0006
122. Rajeev, Bhat Future Foods / Bhat Rajeev. — Tartu, Estonia, EU : Estonian University of Life Sciences, 2022. — 759 с. doi: 10.1016/C2020-0-02752-0
123. Ribeiro J. C. et al. Impact of defatting and drying methods on the overall liking and sensory profile of a cereal bar incorporating edible insect species //Future Foods. – 2022. – Т. 6. – С. 100190.

124. Rombouts I. et al. Food protein network formation and gelation induced by conductive or microwave heating: A focus on hen egg white // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. – 2020. – T. 66. – C. 102484.

125. Singh, H., Blennow, A., Gupta, A.D. et al. Pulsed light, Pulsed Electric Field and Cold plasma modification of Starches: Technological Advancements & Effects on Functional Properties. *Food Measure* 16, 4092–4109 (2022). doi: 10.1007/s11694-022-01487-y

126. Sneh Punia Bangara, Adeleke Omodunbi Ashogbonb, Sanju Bala Dhullc, Rohit Thirumdasd, Manoj Kumare, Muzaffar Hasanf, Vandana Chaudharyg, Srilatha Pathemd Proso-millet starch: Properties, functionality, and applications [Текст] / Sneh Punia Bangara, Adeleke Omodunbi Ashogbonb, Sanju Bala Dhullc, Rohit Thirumdasd, Manoj Kumare, Muzaffar Hasanf, Vandana Chaudharyg, Srilatha Pathemd // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2021. – № 190. – C. 960-968. Doi: 10.1016/j.ijbiomac.2021.09.064

127. Swamy GJ and Muthukumarappan K, 1.46 - microwave and radiofrequency processing of plant-related food products, in *Innovative Food Processing Technologies*, ed. by K Knoerzer and K Muthukumarappan. Elsevier, Oxford, pp. 731– 742 (2021).

128. Tabassum Alia, Jabir Alib Factors affecting the consumers' willingness to pay for health and wellness food products [Текст] / Tabassum Alia, Jabir Alib // *Journal of Agriculture and Food Research*. — 2020. — № 2. — C. 100076. doi: 10.1016/j.jafr.2020.100076

129. Tabassum, Ali Factors affecting the consumers' willingness to pay for health and wellness food products / Ali Tabassum, Ali Jabir, . — Текст : непосредственный // *Journal of Agriculture and Food Research*. — 2020. — № 2. — C. 100076. doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100076.

130. Toshev A.D. A method to increase the nutritional value of aerated confectionery / Toshev A.D., Salomatov A.S.// *Foods and Raw Materials*. 2014. T. 2. № 1. C. 58-61

131. Villanueva M. et al. Rice flour physically modified by microwave radiation improves viscoelastic behavior of doughs and its bread-making performance //Food hydrocolloids. – 2019. – T. 90. – C. 472-481. doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.12.048
132. Wang X. et al. Recent advances in crispness retention of microwaveable frozen pre-fried foods //Trends in Food Science & Technology. – 2022. doi.org/10.1016/j.tifs.2022.12.014
133. Wang, W., Liu, T., Zhi, W., Zhou, Y., Hu, A., Zheng, J., Study on the Preparation and Digestibility of Malic Acid Sweet Potato Starch Ester under Microwave Assistance. Starch - Stärke 2022, 74, 2200011. doi.: 10.1002/star.202200011
134. Xu X. et al. Can regular long-term breakfast cereals consumption benefits lower cardiovascular diseases and diabetes risk? A longitudinal population-based study //Annals of Epidemiology. – 2019. – T. 37. – C. 43-50. e3.
135. Zahoor I. et al. Microwave assisted fluidized bed drying of bitter gourd: Modelling and optimization of process conditions based on bioactive components //Food Chemistry: X. – 2023. – C. 100565. doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100565
136. Zaki N. A. M. et al. Microwave drying characteristics and quality of Ananas comosus peel, core and pulp //Materials Today: Proceedings. – 2023. doi.org/10.1016/j.tifs.2022.12.014doi.org/10.1016/j.matpr.2023.01.367
137. Zhao S. et al. Effect of microwaves on rice quality //Journal of Stored Products Research. – 2007. – T. 43. – №. 4. – C. 496-502.
138. Zheng Q. et al. What factors affect Chinese consumers' online grocery shopping? Product attributes, e-vendor characteristics and consumer perceptions //China Agricultural Economic Review. – 2020. – T. 12. – №. 2. – C. 193-213. DOI: 10.1108/CAER-09-2018-0201
139. Zhi, W., Zhou, Y., Wang, R., Wang, M., Wang, W., Hu, A., Zheng, J., Effect of Microwave Treatment on the Properties of Starch in Millet Kernels. Starch - Stärke 2022, 74, 2200063. https://doi.org/10.1002/star.202200063

140. Zhong Y. et al. Effect of microwave irradiation on composition, structure and properties of rice (*Oryza sativa* L.) with different milling degrees //Journal of Cereal Science. – 2013. – Т. 58. – №. 2. – С. 228-233.

141. GI Search // Glycemic Index Research and GI News URL: <https://glycemicindex.com/gi-search/> (датаобращения: 01.02.2023).

142. Линия получения круп быстрого приготовления и хлопьев не требующих варки. — Текст : электронный // «Производственная компания Старт» ООО ИК-продукт : [сайт]. — URL: <http://pcstart.ru/liniya-khlopyev-ntv> (дата обращения: 21.05.2023).

ПРИЛОЖЕНИЕ А.

Структурно-функциональная модель линии получения круп быстрого приготовления и хлопьев не требующих варки

На рисунке А1 представлен функциональный блок «Произвести КБП и продукты на их основе» и интерфейсные дуги.

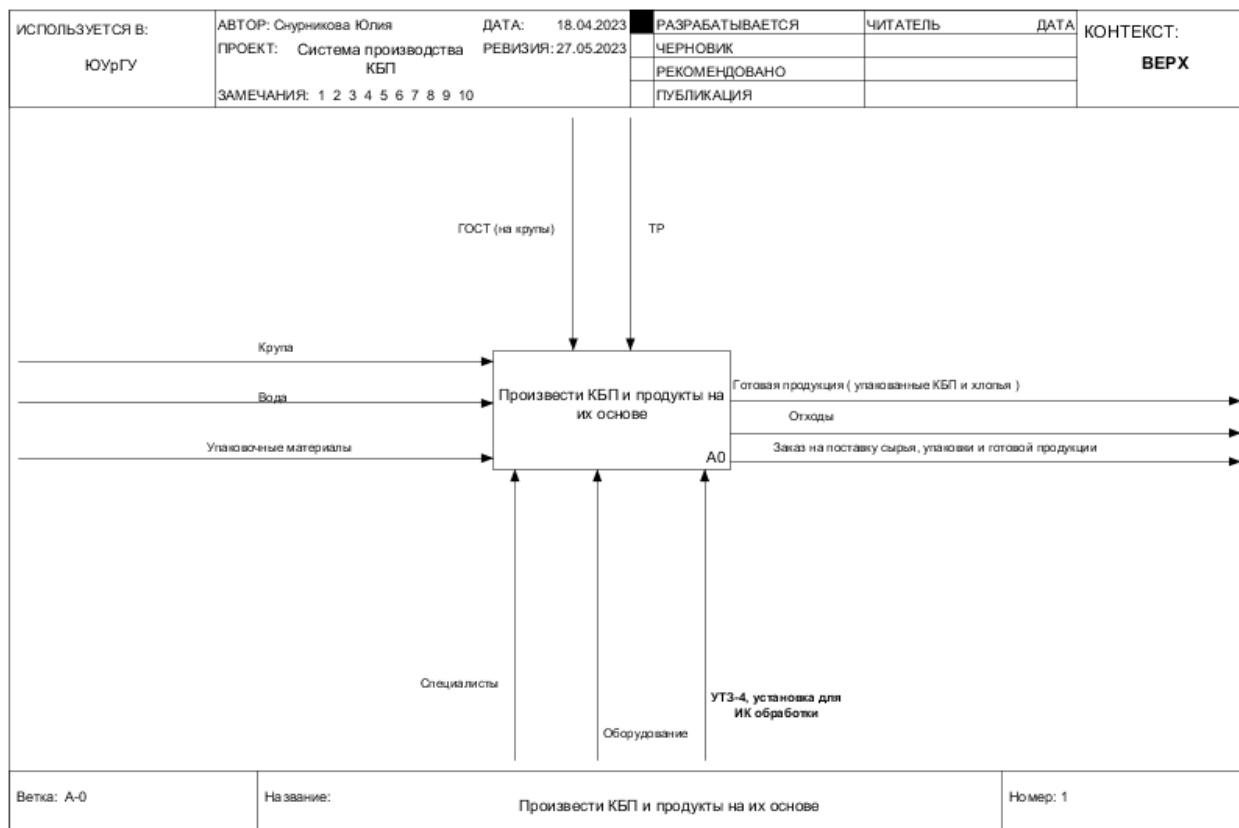


Рисунок А1 –Функциональный блок «Произвести КБП и продукты на их основе»
и интерфейсные дуги

Интерфейсная дуга сверху – ГОСТы (по крупам, по определению показателей качества и безопасности), ТР – Технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011.

Интерфейсные дуги входящие слева в функциональный блок являются входящими. К ним относятся крупа: гречневая и перловая; вода; упаковочные материалы.

Интерфейсные дуги входящие в функциональный блок снизу являются механизмами: специалисты, оборудование, установка УТЗ-4 (установка для ИК обработки).

Интерфейсные дуги выходящие из функционального блока являются выходными и завершают производство изделий, т.е. на выходе системы: отходы; заказы на поставку сырья, упаковки и готовой продукции; готовая продукция (упакованные и готовые к реализации КБП и продукты на их основе).

Рассмотрим структурно-функциональную модель технологической системы **производства КБП и продуктов на их основе** (см. рис. А2).

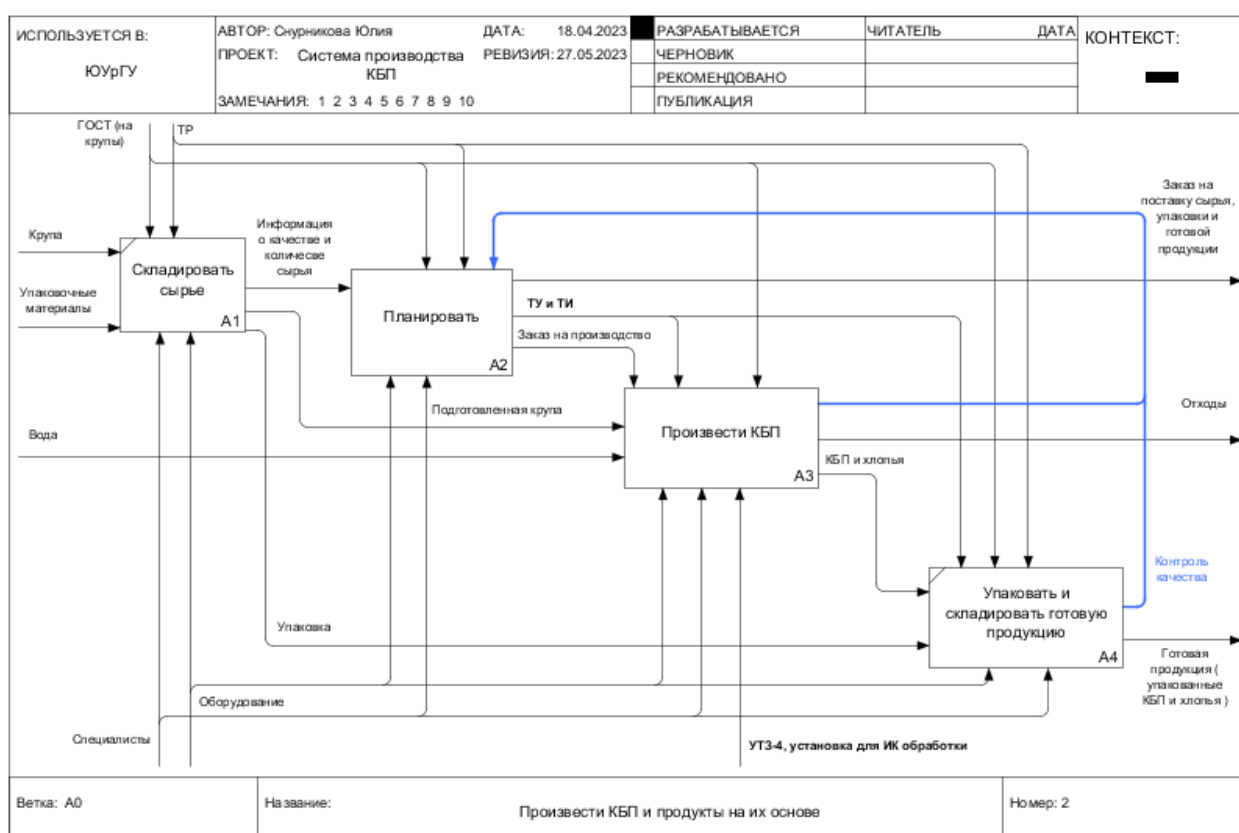


Рисунок А2. Структурно-функциональная система производства КБП и продуктов на их основе

Данная система включает 4 функциональных блоков:

А1 Функциональный блок «Складиловать сырье». Данный блок обозначает процессы приемки сырья по количеству и качеству, в соответствии с требованиями ГОСТ и ТР, его хранения, передачи информации о количестве основного и вспомогательного сырья. Процессы осуществляют при помощи специалистов и оборудования.

А2 Функциональный блок «Планировать» обозначает множество действий и процессов, связанных с организацией производства КБП, оценкой их потребительских характеристик, определение зависимостей и подбор оптимальны режимов обработки круп. А также составление нормативной документации (ТИ и ТУ) и заказа на производство.

А3 Функциональный блок «Произвести КБП» отвечает за непосредственное производство КБП из подготовленной крупы, в соответствии с заданием и режимами обработки, выданными блоком А2 «Планировать». Производство осуществляют специалисты с применением оборудования, в частности установки для СВЧ обработки Ламинария.

А4 Функциональный блок «Упаковать и складировать готовую продукцию» включает процессы упаковки и контроля качества готовой продукции, и ее складирования с последующим хранением.

Более детально составим декомпозицию блоков А2 и А3.

В родительском блоке **А2 «Планировать»** выделим 4 функциональных блока. Задачами данного блока являются определить зависимости показателей крупы длительности и мощности СВЧ обработки, составить математические модели, разработать нормативные документы (ТИ и ТУ).

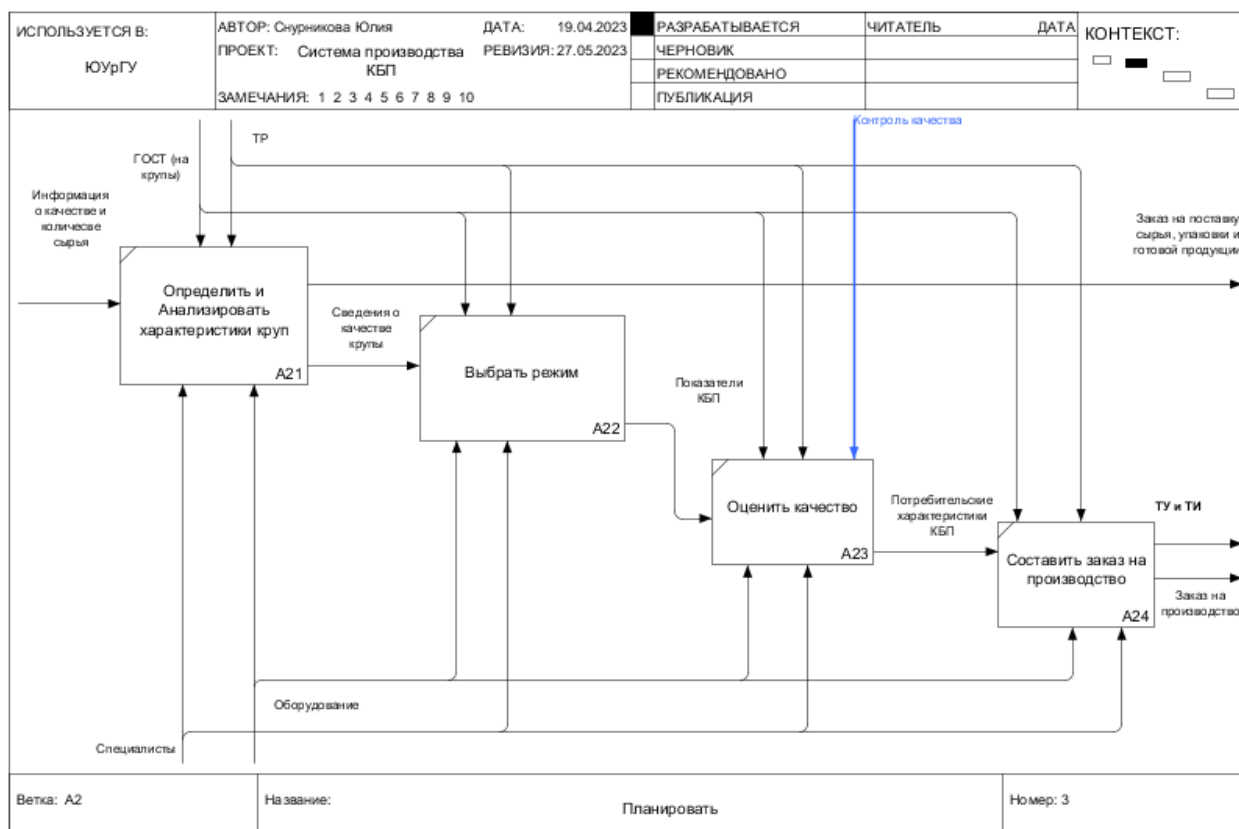


Рисунок А3. Декомпозиция блока А2 «Планировать»

Функциональный блок **А21 «Определить и анализировать характеристики круп»** необходим для обработки входящей информации о качестве и количестве сырья. Данная информация сравнивается с требованиями ГОСТ (ГОСТ 5784–22 Крупа перловая [28], ГОСТ 5550–21 Крупа гречневая [27]) и ТР [84].

На выходе получает сведения о качестве крупы: исходная влажность сырья, органолептические показатели, длительность варки, количество сырья (для составления задания на производство).

Данные сведения передаются на блок **А22 «Выбрать режим»**. В данном блоке происходит анализ полученной информации; для заданной крупы подбирается оптимальный режим обработки.

Функциональный блок **А23 «Оценить качество»** является важным этапом в производстве крупы. Он используется для определения соответствия полученного продукта требованиям качества, установленным ГОСТ и ТР.

Функциональный блок **A24 «Составить заказ на производство»** играет важнейшую роль в составлении нормативной документации по производству крупы. Блок составляет ТИ (технологические инструкции) и ТП (технологический проект) на основе результатов работы блоков A22 и A23.

Функциональный блок **A3 «Произвести КБП»** включает процессы производства КБП.

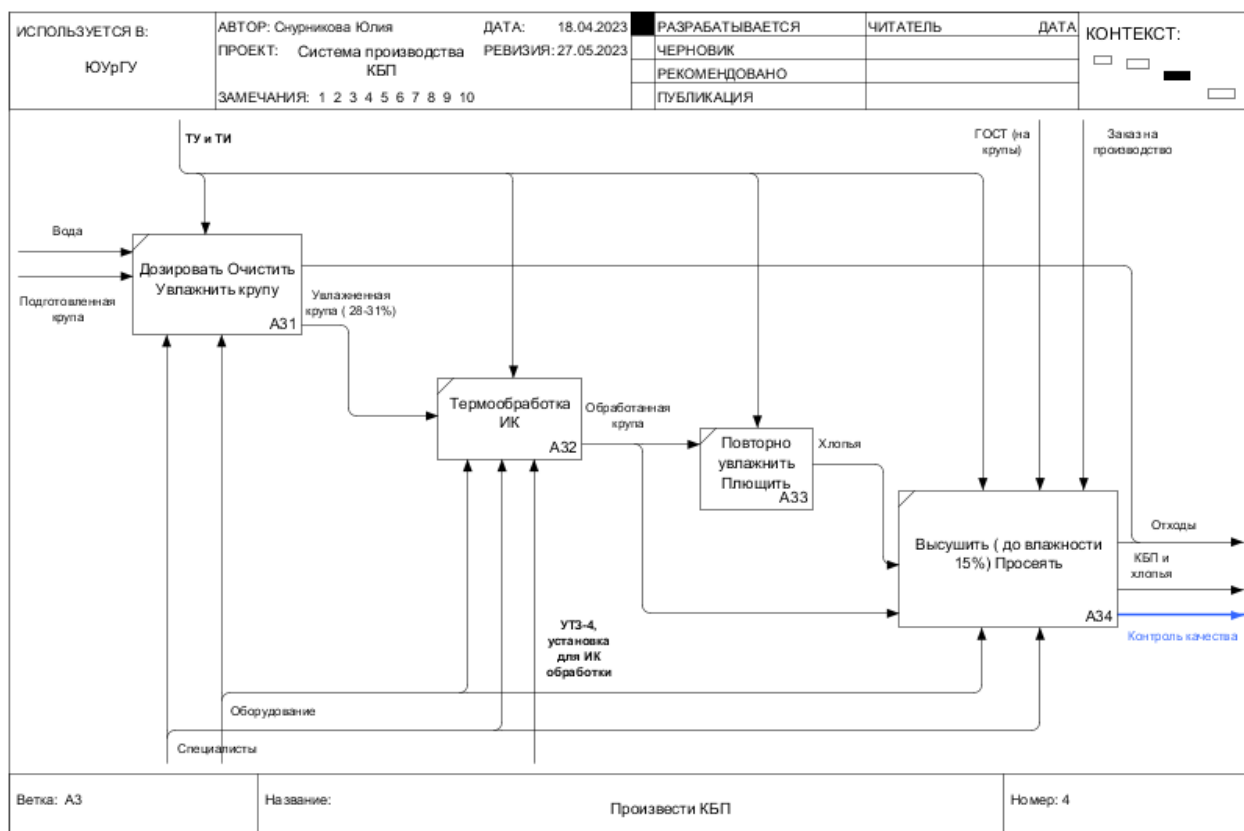


Рисунок А4. Декомпозиция блока А3 «Произвести КБП и хлопья»

Производство разделено на 4этапа: очищенную крупу увлажняют (A31), подвергают термической ИК обработке (A32) на установке УТЗ-4, полученная крупа высушивается и дополнительно просеивают (A34). Если на линии производят хлопья быстрого приготовления, то обработанную крупу из блока A32 повторно увлажняют и плющат (A33).
окончательно и .

Функциональный блок **A4 «Упаковать и складировать готовую продукцию»** описывает процессы упаковки и кратковременного хранения.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

Потребительские характеристики

Таблица Б1 – Изменение продолжительности варки круп после СВЧ обработки (органолептическим методом)

Мощность СВЧ поля, Вт	Продолжительность варки крупы, мин					
	0 (контроль)	200	400	500	600	1000
Гречневая крупа						
2	12	12	12	12	11	11
4	12	12	11	10	8	6
5	12	10	9	7	6	4
6	12	10	8	5	5	3
8	12	8	7	4	4	–
10	12	8	6	4	4	–
Перловая крупа						
2	35	35	35	33	30	30
4	35	33	30	25	24	22
5	35	25	23	18	15	14
6	35	24	22	17	14	13
8	35	24	20	17	13	10
10	35	23	20	16	12	10

Таблица Б2 – Изменение влажности крупы после СВЧ обработки

Мощность СВЧ поля, Вт	Продолжительность варки крупы, мин					
	0 (контроль)	200	400	500	600	1000
Гречневая крупа						
2	23	22,4	22,3	22,15	22	21,45
4	23	21,68	15,4	10,8	10,45	7,27
5	23	19,25	14,37	6,77	6,8	6,7
6	23	18,65	13,38	6,6	5,87	5,87
8	23	18,65	12,39	5,75	5,75	5,63
10	23	18,65	11,39	5,65	4,7	4,65
Перловая крупа						
2	31,69	28,92	28,21	27,37	26,92	25,43
4	31,69	24,6	21,78	15,1	13,86	7,8
5	31,69	22	20,78	13,81	12,97	4,72
6	31,69	21,5	20,08	12,93	11,24	4,52
8	31,69	20,78	16,31	10,73	8,9	4,5
10	31,69	18	10,9	9	4	4

Погрешность определения влажности составляет $\pm 0,5\%$.

Таблица Б3 – Изменение объема крупы после СВЧ обработки, в % к первоначальному (контроль)

Мощность СВЧ поля, Вт	Продолжительность варки крупы, мин					
	0 (контроль)	200	400	500	600	1000
Гречневая крупа						
2	6,1	10,2	10,2	12,2	12,2	14,3
4	10,2	16,7	14,3	14,3	18,4	18,4
5	14,3	18,4	16,3	14,3	22,4	30,6
6	16,3	18,4	18,4	18,4	22,4	40,8
8	20,4	18,4	18,4	22,4	26,5	61,2
10	22,4	18,4	26,5	22,4	26,5	63,3
Перловая крупа						
2	42,1	42,1	42,1	42,1	42,1	42,1
4	47,4	47,4	47,4	47,4	57,9	63,2
5	47,4	47,4	47,4	47,4	60,5	73,7
6	47,4	50,0	52,6	52,6	63,2	78,9
8	50,0	52,6	57,9	57,9	68,4	94,7
10	52,6	52,6	57,9	68,4	84,2	110,5

Погрешность определения влажности составляет $\pm 0,5\%$.

ПРИЛОЖЕНИЕ В.

Технология производства КБП (с применением ИК обработки)

Технологическая схема производства круп быстрого приготовления с применением ИК-нагрева представлена ниже на схеме (рис.*).

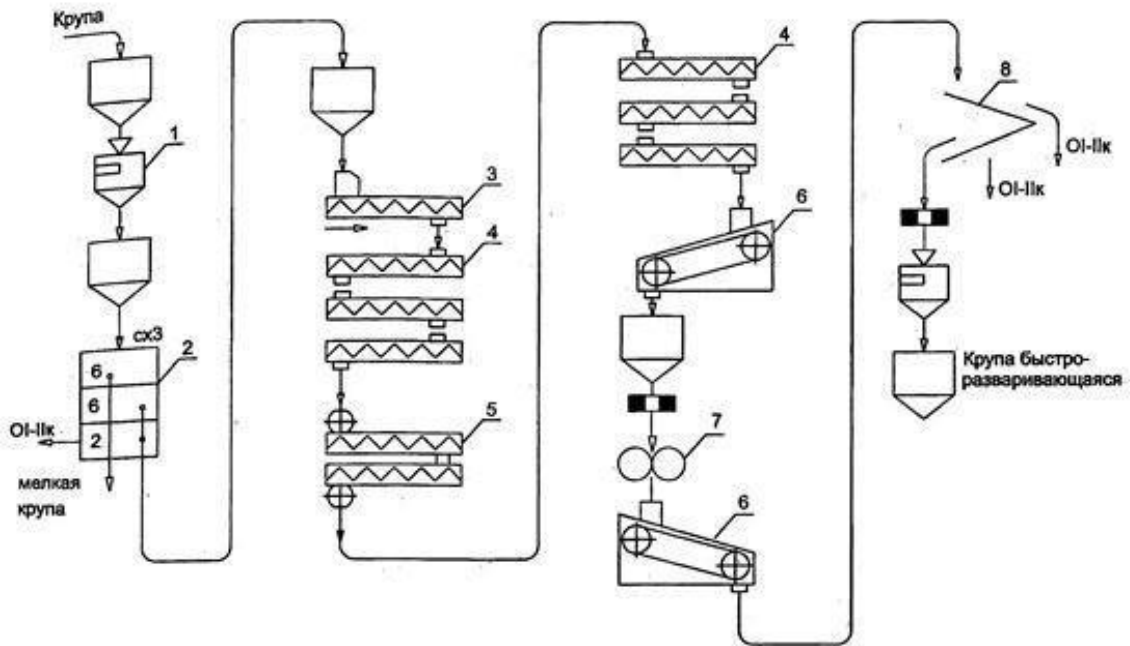


Рисунок В1 – Схема технологического процесса получения круп быстрого приготовления с применением ИК-нагрева

Схема включает: 1 – автоматические весы; 2 – рассев; 3 – увлажнительный аппарат; 4 – шнеки для отволаживания; 5 – пропариватель; 6 – сушилка; 7 – плющильный станок; 8 – просеиватель.

Крупа из бункера поступает на автоматические весы 1, оттуда через накопительный бункер поступает на рассев 2, где удаляются посторонние примеси, затем крупа проходит процедуру увлажнения до 25–27 % в аппаратах 3 и 4, возможно совмещение процедур увлажнения и мойки в специальных моечных машинах. Далее крупа поступает в пропариватель 5 где проходит процедуру ИК-нагрева и пропаривания в течение 3 минут, при этом влажность крупы повышается до 28–29 %, затем снова происходит процедура увлажнения в

течение 30–40 минут и сушка в сушилке 6, где снижается влажность до 23–25 %, что обеспечивает оптимальные условия плющения в плющильном станке 7, плющильную крупу высушивают до влажности 14 %. После контрольного просеивания (8) готовая быстрорастворимая крупа подается в накопительный бункер для дальнейшего хранения или на упаковку [36].

ПРИЛОЖЕНИЕ Г.

Протоколы лабораторных исследований

**Россельхознадзор
Испытательный центр
федерального государственного бюджетного учреждения
"Кемеровская межобластная ветеринарная лаборатория"
(ИЦ ФГБУ "Кемеровская МВЛ")**

Адрес:

- 650051 г. Кемерово, ул. Муромцева, д. 2а, тел/факс 8(3842) 28-74-10, e-mail: kemvetlab_mur@mail.ru
- 650055 г. Кемерово, ул. Федоровского, д. 11, тел/факс 8(3842) 28-03-90, e-mail: kemvetlab-il@yandex.ru
- 650021 г. Кемерово, ул. Павленко, д. 3, тел/факс 8(3842) 57-20-86, e-mail: vetlab@bk.ru

Сайт: www.kemvml.ru

Уникальный номер записи в Реестре аккредитованных лиц RA.RU.21PM52



"Утверждаю"

Специалист отдела приема материалов


 Д.В. Щербакова

Дата утверждения 13.08.2021

Протокол испытаний № 4656-2021 от 13.08.2021

Наименование образца испытаний: Крупа перловая, проба № 3
принадлежащего: Снурникова Юлия Александровна, ИНН: 743806316433, Российская Федерация, Челябинская обл., Сосновский район, п. Рошино, Ленина ул., д. 22, 15
заказчик: Снурникова Юлия Александровна, ИНН: 743806316433, Российская Федерация, Челябинская обл., Сосновский район, п. Рошино, Ленина ул., д. 22, 15
основание для проведения лабораторных исследований: научные исследования в рамках магистерской диссертации
дата документа основания: 28.07.2021
место отбора проб: Российская Федерация, Челябинская обл., г. Челябинск, пробу доставил: транспортная компания
НД, регламентирующий правила отбора: метод отбора проб заказчиком не указан
производство: Российская Федерация, Челябинская обл., г. Челябинск
дата изготовления: 27.07.2021
сопроводительный документ: заявка на проведение испытаний от 28.07.2021
вид упаковки доставленного образца: ПЭТ контейнер
состояние образца: целостность упаковки не нарушена, без видимых повреждений
масса пробы: 1 килограмм
дата поступления: 02.08.2021 16:30
даты проведения испытаний: 02.08.2021 - 13.08.2021
структурные подразделения, проводившие исследования: Отдел исследований пищевой продукции, Химико-токсикологический отдел
фактический адрес места осуществления деятельности: Российская Федерация, Кемеровская область - Кузбасс, г. Кемерово, ул. Федоровского, д. 11, ул. Муромцева, д. 2а
Результаты испытаний:

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний	Погрешность (неопределенность)	Норматив	НД на метод испытаний
Показатели качества						
1	Влажность	%	13,0	± 0,5	-	ГОСТ 26312.7-88 - Крупа. Метод определения влажности
2	Зольность (в пересчете на сухое вещество)	%	1,21	-	-	ГОСТ 26312.5-84 - Крупа. Методы определения зольности
3	Массовая доля белка	%	11,44	-	-	ГОСТ 10846-91 - Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка

Применяемое оборудование:

№ п/п	Наименование оборудования	Дата поверки/аттестации
1	АСЭШ установка воздушно-тепловая	12.05.2021
2	Весы лабораторные ВЛ	28.06.2021

Протокол № 4656-2021 от 13.08.2021

Сгенерировано автоматизированной системой «Веста». Идентификатор документа: E5CF1DA1-7400-4C4E-9DAD-9E2970AAA375

**Россельхознадзор
Испытательный центр
федерального государственного бюджетного учреждения
"Кемеровская межобластная ветеринарная лаборатория"
(ИЦ ФГБУ "Кемеровская МВЛ")**

Адрес:

1. 650051 г. Кемерово, ул. Муромцева, д. 2а, тел/факс 8(3842) 28-74-10, e-mail: kemvetlab_myrl@mail.ru
2. 650055 г. Кемерово, ул. Федоровского, д. 11, тел/факс 8(3842) 28-03-90, e-mail: kemvetlab-ii@yandex.ru
3. 650021 г. Кемерово, ул. Павленко, д. 3, тел/факс 8(3842) 57-20-86, e-mail: vetlab@bk.ru

Сайт: www.kemml.ru

Уникальный номер записи в Реестре аккредитованных лиц RA.RU.21PM52



"Утверждаю"

Специалист отдела приема материалов

А. В. Щербакова Д.В. Щербакова

Дата утверждения 13.08.2021

Протокол испытаний № 4657-2021 от 13.08.2021

Наименование образца испытаний: Крупа гречневая, проба № 1
принадлежащего: Снурникова Юлия Александровна, ИНН: 743806316433, Российская Федерация, Челябинская обл., Сосновский район, п. Рошино, Ленина ул., д. 22, 15

заказчик: Снурникова Юлия Александровна, ИНН: 743806316433, Российская Федерация, Челябинская обл., Сосновский район, п. Рошино, Ленина ул., д. 22, 15

основание для проведения лабораторных исследований: научные исследования в рамках магистерской диссертации

дата документа основания: 28.07.2021

место отбора проб: Российская Федерация, Челябинская обл., г. Челябинск, пробу доставил: транспортная компания

НД, регламентирующий правила отбора: метод отбора проб заказчиком не указан

производство: Российская Федерация, Челябинская обл., г. Челябинск

дата изготовления: 27.07.2021

сопроводительный документ: заявка на проведение испытаний от 28.07.2021

вид упаковки доставленного образца: ПЭТ контейнер

состояние образца: целостность упаковки не нарушена, без видимых повреждений

масса пробы: 1 килограмм

дата поступления: 02.08.2021 16:30

даты проведения испытаний: 02.08.2021 - 13.08.2021

структурные подразделения, проводившие исследования: Отдел исследований пищевой продукции, Химико-токсикологический отдел

фактический адрес места осуществления деятельности: Российская Федерация, Кемеровская область - Кузбасс, г. Кемерово, ул. Федоровского, д. 11, ул. Муромцева, д. 2а

Результаты испытаний:

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний	Погрешность (неопределенность)	Норматив	НД на метод испытаний
Показатели качества						
1	Влажность	%	12,0	± 0,5	-	ГОСТ 26312.7-88 - Крупа. Метод определения влажности
2	Зольность (в пересчете на сухое вещество)	%	2,04	-	-	ГОСТ 26312.5-84 - Крупа. Методы определения зольности
3	Массовая доля белка	%	13,91	-	-	ГОСТ 10846-91 - Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка

Применяемое оборудование:

№ п/п	Наименование оборудования	Дата проверки/аттестации
1	АСЭШ установка воздушно-тепловая	12.05.2021
2	Весы лабораторные ВЛ	28.06.2021

Протокол № 4657-2021 от 13.08.2021

Сгенерировано автоматизированной системой «Веста». Идентификатор документа: BE727B14-C4BC-4360-8C1D-421DB67FB6BB

**Россельхознадзор
Испытательный центр
федерального государственного бюджетного учреждения
"Кемеровская межобластная ветеринарная лаборатория"
(ИЦ ФГБУ "Кемеровская МВЛ")**

Адрес:

- 650051 г. Кемерово, ул. Муромцева, д. 2а, тел/факс 8(3842) 28-74-10, e-mail: kemvetlab_mvl@mail.ru
- 650055 г. Кемерово, ул. Федоровского, д. 11, тел/факс 8(3842) 28-03-90, e-mail: kemvetlab-ii@yandex.ru
- 650021 г. Кемерово, ул. Павленко, д. 3, тел/факс 8(3842) 57-20-86, e-mail: vetlab@bk.ru

Сайт: www.kemmvl.ru

Уникальный номер записи в Реестре аккредитованных лиц RA.RU.21PM52



"Утверждаю"

Специалист отдела приема материалов

 Д.В. Щербакова

Дата утверждения 13.08.2021

Протокол испытаний № 4658-2021 от 13.08.2021

Наименование образца испытаний: Крупа гречневая, проба № 2
принадлежащего: Снурникова Юлия Александровна, ИНН: 743806316433, Российская Федерация, Челябинская обл., Сосновский район, п. Рошино, Ленина ул., д. 22, 15
заказчик: Снурникова Юлия Александровна, ИНН: 743806316433, Российская Федерация, Челябинская обл., Сосновский район, п. Рошино, Ленина ул., д. 22, 15
основание для проведения лабораторных исследований: научные исследования в рамках магистерской диссертации
дата документа основания: 28.07.2021
место отбора проб: Российская Федерация, Челябинская обл., г. Челябинск, пробу доставил: транспортная компания
НД, регламентирующий правила отбора: метод отбора проб заказчиком не указан
производство: Российская Федерация, Челябинская обл., г. Челябинск
дата изготовления: 27.07.2021
сопроводительный документ: заявка на проведение испытаний от 28.07.2021
вид упаковки доставленного образца: ПЭТ контейнер
состояние образца: целостность упаковки не нарушена, без видимых повреждений
масса пробы: 1 килограмм
дата поступления: 02.08.2021 16:30
даты проведения испытаний: 02.08.2021 - 13.08.2021
структурные подразделения, проводившие исследования: Отдел исследований пищевой продукции, Химико-токсикологический отдел
фактический адрес места осуществления деятельности: Российская Федерация, Кемеровская область - Кузбасс, г. Кемерово, ул. Федоровского, д. 11, ул. Муромцева, д. 2а
Результаты испытаний:

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний	Погрешность (неопределенность)	Норматив	НД на метод испытаний
Показатели качества						
1	Влажность	%	6,4	± 0,5	-	ГОСТ 26312.7-88 - Крупа. Метод определения влажности
2	Зольность (в пересчете на сухое вещество)	%	2,06	-	-	ГОСТ 26312.5-84 - Крупа. Методы определения зольности
3	Массовая доля белка	%	13,83	-	-	ГОСТ 10846-91 - Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка

Применяемое оборудование:

№ п/п	Наименование оборудования	Дата поверки/аттестации
1	АСШУстановка воздушно-тепловая	12.05.2021
2	Весы лабораторные ВЛ	28.06.2021

Протокол № 4658-2021 от 13.08.2021

Сгенерировано автоматизированной системой «Веста». Идентификатор документа: 0DAEDA9B-E610-497E-8822-E17E6B9D7C11

**Россельхознадзор
Испытательный центр
федерального государственного бюджетного учреждения
"Кемеровская межобластная ветеринарная лаборатория"
(ИЦ ФГБУ "Кемеровская МВЛ")**

Адрес:

- 650051 г. Кемерово, ул. Муромцева, д. 2а, тел/факс 8(3842) 28-74-10, e-mail: kemvetlab_myt@mail.ru
- 650055 г. Кемерово, ул. Федоровского, д. 11, тел/факс 8(3842) 28-03-90, e-mail: kemvetlab-il@yandex.ru
- 650021 г. Кемерово, ул. Павленко, д. 3, тел/факс 8(3842) 57-20-86, e-mail: vetlab@bk.ru

Сайт: www.kemvetlab.ru

Уникальный номер записи в Реестре аккредитованных лиц RA.RU.21ПМ52



"Утверждаю"

Специалист отдела приема материалов

 Д.В. Щербакова

Дата утверждения 13.08.2021

Протокол испытаний № 4659-2021 от 13.08.2021

Наименование образца испытаний: Крупа гречневая, проба № 3
принадлежащего: Снурникова Юлия Александровна, ИНН: 743806316433, Российская Федерация, Челябинская обл., Сосновский район, п. Рощино, Ленина ул., д. 22, 15
заказчик: Снурникова Юлия Александровна, ИНН: 743806316433, Российская Федерация, Челябинская обл., Сосновский район, п. Рощино, Ленина ул., д. 22, 15
основание для проведения лабораторных исследований: научные исследования в рамках магистерской диссертации
дата документа основания: 28.07.2021
место отбора проб: Российская Федерация, Челябинская обл., г. Челябинск, пробу доставил: транспортная компания
НД, регламентирующий правила отбора: метод отбора проб заказчиком не указан
производство: Российская Федерация, Челябинская обл., г. Челябинск
дата изготовления: 27.07.2021
сопроводительный документ: заявка на проведение испытаний от 28.07.2021
вид упаковки доставленного образца: ПЭТ контейнер
состояние образца: целостность упаковки не нарушена, без видимых повреждений
масса пробы: 1 килограмм
дата поступления: 02.08.2021 16:30
даты проведения испытаний: 02.08.2021 - 13.08.2021
структурные подразделения, проводившие исследования: Отдел исследований пищевой продукции, Химико-токсикологический отдел
фактический адрес места осуществления деятельности: Российская Федерация, Кемеровская область - Кузбасс, г. Кемерово, ул. Федоровского, д. 11, ул. Муромцева, д. 2а
Результаты испытаний:

№ п/п	Наименование показатели	Ед. изм.	Результат испытаний	Погрешность (неопределенность)	Норматив	НД на метод испытаний
Показатели качества						
1	Влажность	%	10,4	± 0,5	-	ГОСТ 26312.7-88 - Крупа. Метод определения влажности
2	Зольность (в пересчете на сухое вещество)	%	2,11	-	-	ГОСТ 26312.5-84 - Крупа. Методы определения зольности
3	Массовая доля белка	%	14,21	-	-	ГОСТ 10846-91 - Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка

Применяемое оборудование:

№ п/п	Наименование оборудования	Дата поверки/аттестации
1	АСЭШ установка воздушно-тепловая	12.05.2021
2	Весы лабораторные ВЛ	28.06.2021

Протокол № 4659-2021 от 13.08.2021

Сгенерировано автоматизированной системой «Веста». Идентификатор документа: 96EF9C8F-4BC6-483A-9BC9-9EBB2555B1C3

**Россельхознадзор
Испытательный центр
федерального государственного бюджетного учреждения
"Кемеровская межобластная ветеринарная лаборатория"
(ИЦ ФГБУ "Кемеровская МВЛ")**

Адрес:

- 650051 г. Кемерово, ул. Муромцева, д. 2а, тел/факс 8(3842) 28-74-10, e-mail: kemvetlab_myt@mail.ru
- 650055 г. Кемерово, ул. Федоровского, д. 11, тел/факс 8(3842) 28-03-90, e-mail: kemvetlab-ii@yandex.ru
- 650021 г. Кемерово, ул. Павленко, д. 3, тел/факс 8(3842) 57-20-86, e-mail: vetlab@bk.ru

Сайт: www.kemml.ru

Уникальный номер записи в Реестре аккредитованных лиц RA.RU.21PM52



"Утверждаю"

Специалист отдела приема материалов

А. Лу Д.В. Щербакова

Дата утверждения 13.08.2021

Протокол испытаний № 4654-2021 от 13.08.2021

Наименование образца испытаний: Крупа перловая, проба № 1
принадлежащего: Снурникова Юлия Александровна, ИНН: 743806316433, Российская Федерация, Челябинская обл., Сосновский район, п. Рощино, Ленина ул., д. 22, 15

заказчик: Снурникова Юлия Александровна, ИНН: 743806316433, Российская Федерация, Челябинская обл., Сосновский район, п. Рощино, Ленина ул., д. 22, 15

основание для проведения лабораторных исследований: научные исследования в рамках магистерской диссертации

дата документа основания: 28.07.2021

место отбора проб: Российская Федерация, Челябинская обл., г. Челябинск, пробу доставил: транспортная компания

НД, регламентирующий правила отбора: метод отбора проб заказчиком не указан

производство: Российская Федерация, Челябинская обл., г. Челябинск

дата изготовления: 27.07.2021

сопроводительный документ: заявка на проведение испытаний от 28.07.2021

вид упаковки доставленного образца: ПЭТ контейнер

состояние образца: целостность упаковки не нарушена, без видимых повреждений

масса пробы: 1 килограмм

дата поступления: 02.08.2021 16:30

даты проведения испытаний: 02.08.2021 - 13.08.2021

структурные подразделения, проводившие исследования: Отдел исследований пищевой продукции, Химико-токсикологический отдел

фактический адрес места осуществления деятельности: Российская Федерация, Кемеровская область - Кузбасс, г. Кемерово, ул. Федоровского, д. 11, ул. Муромцева, д. 2а

Результаты испытаний:

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний	Погрешность (неопределенность)	Норматив	ИД на метод испытаний
Показатели качества						
1	Влажность	%	11,0	± 0,5	-	ГОСТ 26312.7-88 - Крупа. Метод определения влажности
2	Зольность (в пересчете на сухое вещество)	%	1,34	-	-	ГОСТ 26312.5-84 - Крупа. Методы определения зольности
3	Массовая доля белка	%	11,85	-	-	ГОСТ 10846-91 - Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка

Применяемое оборудование:

№ п/п	Наименование оборудования	Дата проверки/аттестации
1	АСЭШ установка воздушно-тепловая	12.05.2021
2	Весы лабораторные ВЛ	28.06.2021

Протокол № 4654-2021 от 13.08.2021

Сгенерировано автоматизированной системой «Веста». Идентификатор документа: 7507D4CF-C2A8-4A2D-A744-6DE60F8D84E4

**Россельхознадзор
Испытательный центр
Федерального государственного бюджетного учреждения
"Кемеровская межобластная ветеринарная лаборатория"
(ИЦ ФГБУ "Кемеровская МВЛ")**

Адрес:

- 650051 г. Кемерово, ул. Муромцева, д. 2а, тел/факс 8(3842) 28-74-10, e-mail: kemvetlab_myt@mail.ru
- 650055 г. Кемерово, ул. Федоровского, д. 11, тел/факс 8(3842) 28-03-90, e-mail: kemvetlab-il@yandex.ru
- 650021 г. Кемерово, ул. Павленко, д. 3, тел/факс 8(3842) 57-20-86, e-mail: vetlab@bk.ru

Сайт: www.kemvnl.ru

Уникальный номер записи в Росреестре аккредитованных лиц RA.RU.211PM52



"Утверждаю"

Специалист отдела приема материалов

 Д.В. Щербакова

Дата утверждения 13.08.2021

Протокол испытаний № 4655-2021 от 13.08.2021

Наименование образца испытаний: Крупа перловая, проба № 2
принадлежащего: Снурникова Юлия Александровна, ИНН: 743806316433, Российская Федерация, Челябинская обл., Сосновский район, п. Рошино, Ленина ул., д. 22, 15
заказчик: Снурникова Юлия Александровна, ИНН: 743806316433, Российская Федерация, Челябинская обл., Сосновский район, п. Рошино, Ленина ул., д. 22, 15
основание для проведения лабораторных исследований: научные исследования в рамках магистерской диссертации
дата документа основания: 28.07.2021
место отбора проб: Российская Федерация, Челябинская обл., г. Челябинск, пробу доставил: транспортная компания
НД, регламентирующая правила отбора: метод отбора проб заказчиком не указан
производство: Российская Федерация, Челябинская обл., г. Челябинск
дата изготовления: 27.07.2021
сопроводительный документ: заявка на проведение испытаний от 28.07.2021
вид упаковки доставленного образца: ПЭТ контейнер
состояние образца: целостность упаковки не нарушена, без видимых повреждений
масса пробы: 1 килограмм
дата поступления: 02.08.2021 16:30
даты проведения испытаний: 02.08.2021 - 13.08.2021
структурные подразделения, проводившие исследования: Отдел исследований пищевой продукции, Химико-токсикологический отдел
фактический адрес места осуществления деятельности: Российская Федерация, Кемеровская область - Кузбасс, г. Кемерово, ул. Федоровского, д. 11, ул. Муромцева, д. 2а
Результаты испытаний:

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний	Погрешность (неопределенность)	Норматив	НД на метод испытаний
Показатели качества						
1	Влажность	%	10,8	± 0,5	-	ГОСТ 26312.7-88 - Крупа. Метод определения влажности
2	Зольность (в пересчете на сухое вещество)	%	1,22	-	-	ГОСТ 26312.5-84 - Крупа. Методы определения зольности
3	Массовая доля белка	%	11,60	-	-	ГОСТ 10846-91 - Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка

Применяемое оборудование:

№ п/п	Наименование оборудования	Дата поверки/аттестации
1	АСЭШ установка воздушно-тепловая	12.05.2021
2	Весы лабораторные ВЛ	28.06.2021

Протокол № 4655-2021 от 13.08.2021

Сгенерировано автоматизированной системой «Веста». Идентификатор документа: DD76B0CD-B4CC-4D0B-9F1F-955FDF7CCCC5

УТВЕРЖДАЮ



27 августа 2021 г.

РОССТАНДАРТ

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Свердловской области» (ФБУ «УРАЛТЕСТ»)
Отдел оценки соответствия

620990, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, 2а, тел. (343) 236-30-15, e-mail: 3400@uraltest.ru

Протокол испытаний № 2003/2021-1

от 27 августа 2021 г.

Заказчик Снурникова Юлия Александровна, 456513, Челябинская обл., Сосновский р-н, п. Рошино, ул. Ленина, 22-15

Наименование образца испытаний (пробы) Крупа перловая, проба № 1

Изготовитель - (согласно заявке на проведение испытаний)

Дата регистрации образцов (пробы) 12.08.2021

Описание образцов (пробы) Образец доставлен курьерской службой 12.08.2021 по накладной № 1267763954 с заявкой на проведение испытаний от 09.08.2021; д.изг. урожай 2020 г. (согласно заявке на проведение испытаний от 09.08.2021), количество 0,114 кг

Дата проведения испытаний 12.08.2021 - 26.08.2021

Методики (методы) проведения испытаний:

- ГОСТ 29138-91 "Мука, хлеб и хлебобулочные изделия пшеничные витаминизированные. Метод определения витамина В1 (тиамина)"
- ГОСТ 29139-91 "Мука, хлеб и хлебобулочные изделия пшеничные витаминизированные. Метод определения витамина В2 (рибофлавина)"

Условия проведения испытаний:

напряжение переменного тока (221,3 - 223,3) В
частота переменного тока (50,00 - 50,03) Гц
температура окружающей среды (21,7 - 23,8) °С
атмосферное давление (98,1 - 98,6) кПа
относительная влажность воздуха (36,9 - 43,5) %

Результаты испытаний

Наименование показателей	Результаты испытаний	НД на методы испытаний
Массовая доля витамина В ₁ (тиамина), мг/100 г	0,64	ГОСТ 29138-91

протокол 2003/2021-1 от 27.08.2021 страница 1 из 2

Массовая доля витамина В ₂ (рибофлавина), мг/100 г	0,14	ГОСТ 29139-91
---	------	---------------

Данный протокол может быть воспроизведен только полностью.
Любая публикация или частичное воспроизведение содержания протокола возможны с письменного разрешения организации, выдавшей протокол.
Результаты испытаний относятся только к конкретному образцу, прошедшему испытания (решение о распространении результатов испытаний конкретного образца в случае проведения документированного отбора образцов (проб) принимает заказчик).

Конец документа

протокол 2003/2021-1 от 27.08.2021 страница 2 из 2

УТВЕРЖДАЮ



27 августа 2021 г.

РОССТАНДАРТ

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Свердловской области» (ФБУ «УРАЛТЕСТ»)
Отдел оценки соответствия

620990, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, 2а, тел. (343) 236-30-15, e-mail: 3400@uraltest.ru

Протокол испытаний № 2004/2021-1

от 27 августа 2021 г.

Заказчик Снурникова Юлия Александровна, 456513, Челябинская обл., Сосновский р-н, п. Рошино, ул. Ленина, 22-15

Наименование образца испытаний (пробы) Крупа перловая, проба № 2

Изготовитель - (согласно заявке на проведение испытаний)

Дата регистрации образцов (пробы) 12.08.2021

Описание образцов (пробы) Образец доставлен курьерской службой 12.08.2021 по накладной № 1267763954 с заявкой на проведение испытаний от 09.08.2021; д.изг. урожай 2020 г. (согласно заявке на проведение испытаний от 09.08.2021), количество 0,096 кг

Дата проведения испытаний 12.08.2021 - 26.08.2021

Методики (методы) проведения испытаний:

- ГОСТ 29138-91 "Мука, хлеб и хлебобулочные изделия пшеничные витаминизированные. Метод определения витамина В1 (тиамина)"
- ГОСТ 29139-91 "Мука, хлеб и хлебобулочные изделия пшеничные витаминизированные. Метод определения витамина В2 (рибофлавина)"

Условия проведения испытаний:

напряжение переменного тока (221,3 - 223,3) В
частота переменного тока (50,00 - 50,03) Гц
температура окружающей среды (21,7 - 23,8) °С
атмосферное давление (98,1 - 98,6) кПа
относительная влажность воздуха (36,9 - 43,5) %

Результаты испытаний

Наименование показателей	Результаты испытаний	НД на методы испытаний
Массовая доля витамина В ₁ (тиамина), мг/100 г	0,74	ГОСТ 29138-91

протокол 2004/2021-1 от 27.08.2021 страница 1 из 2

Массовая доля витамина В ₂ (рибофлавина), мг/100 г	0,16	ГОСТ 29139-91
---	------	---------------

Данный протокол может быть воспроизведен только полностью.

Любая публикация или частичное воспроизведение содержания протокола возможны с письменного разрешения организации, выдавшей протокол.

Результаты испытаний относятся только к конкретному образцу, прошедшему испытания (решение о распространении результатов испытаний конкретного образца в случае проведения документированного отбора образцов (проб) принимает заказчик).

Конец документа

протокол 2004/2021-1 от 27.08.2021 страница 2 из 2

ПРИЛОЖЕНИЕ Д.
ПАТЕНТ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2557721

**СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА КРУП БЫСТРОГО
ПРИГОТОВЛЕНИЯ**

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южно-Уральский государственный университет" (национальный исследовательский университет) (ФГБОУ ВПО "ЮУрГУ" (НИУ)) (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2014119664

Приоритет изобретения **15 мая 2014 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **29 июня 2015 г.**

Срок действия патента истекает **15 мая 2034 г.**

*Врио руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Л.Л. Кирий



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 557 721** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) МПК

A23L 1/10 (2006.01)

A23B 9/04 (2006.01)

A23L 1/025 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014119664/13, 15.05.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.05.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 15.05.2014

(45) Опубликовано: 27.07.2015 Бюл. № 21

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2389345 C1, 20.05.2010. RU 2324370
C1, 20.05.2008. RU 2292164 C1, 27.01.2007

Адрес для переписки:

454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76,
ЮУрГУ, патентный отдел

(72) Автор(ы):

Тошев Абдували Джабарович (RU),
Кисимов Борис Михайлович (RU),
Шалагина Юлия Александровна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Южно-
Уральский государственный университет"
(национальный исследовательский
университет) (ФГБОУ ВПО "ЮУрГУ"
(НИУ)) (RU)

(54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА КРУП БЫСТРОГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к пищевой промышленности, в частности к зерноперерабатывающей, крупяной и пищекоцентрированной отраслям, и предназначено для производства круп быстрого приготовления. Увлажняют крупу путем мытья в течение 4-5 минут при температуре воды 14-18°C, замачивают и отвлаживают до достижения крупой влажности 28-30%. Крупу обрабатывают в СВЧ-поле

мощностью 500 Вт в течение 5 минут при постоянном перемешивании и выдерживают в течение 3-6 минут при постоянном перемешивании. Крупу охлаждают в течение 3-5 минут. Способ позволяет модифицировать природную структуру крахмала, оболочек и пищевых волокон зерна, упростить технологию и сократить время производства. 1 табл., 3 пр.


R U 2 5 5 7 7 2 1 C 1

R U 2 5 5 7 7 2 1 C 1

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е.
ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

Утверждено:
Проректор по учебной работе
ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)
И.И. Савельева
2021 г.



ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
(проект)

на производство

КАША ПЕРЛОВАЯ С СОЕВЫМ МЯСОМ, ЛУКОМ И МОРКОВЬЮ

Челябинск, 2021

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»



Утверждаю:
Проректор по учебной работе
И. П. Савельева
« 04.05.2021 г.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
(проект)

на производство

КАША ГРЕЧНЕВАЯ С ЛУКОМ И МОРКОВЬЮ

Челябинск, 2021

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»



Утверждаю:
Проректор по учебной работе
ФГАОУ ВО ЮУрГУ (НИУ)
И.П. Савельева
«05» июля 2021 г.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
(проект)

на производство

**БАТОНЧИК «ГРАНОЛА»
С ДОБАВЛЕНИЕМ ОРЕХОВ И СУХОФРУКТОВ**

Челябик, 2021

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИНСТУКЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»



ТЕХНИЧЕСКИЕ ИНСТРУКЦИИ
(проект)

на производство

КАША ПЕРЛОВАЯ С СОЕВЫМ МЯСОМ, ЛУКОМ И МОРКОВЬЮ

Челябинск, 2021

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»



Утверждаю:
Проректор по учебной работе
ФБАОУ ВО ЮУрГУ (НИУ)
И. П. Савельева
« 04 » 06 2021 г.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ИНСТРУКЦИИ
(проект)

на производство

КАША ГРЕЧНЕВАЯ С ЛУКОМ И МОРКОВЬЮ


Челябинск, 2021

ТИ СТО 0144140675–020–2020

Индивидуальный предприниматель Косов С.Ю.

ИП Косов С.Ю.

УТВЕРЖДАЮ
Главный технолог
ИП Косов С.Ю.

 Ушакова Г.В.
«01» января 2020 г.

РИСОВЫЙ БАТОНЧИК «ГРАНОЛА» С ДОБАВЛЕНИЕМ ОРЕХОВ И
СУХОФРУКТОВ

ТИ СТО 0144140675–020–2020

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

РАЗРАБОТАНО
технолог



 Гурованов С.А.

Челябинск

2020

ПРИЛОЖЕНИЕ Г.

Акт внедрения материалов диссертационной работы

Акт внедрения в учебный процесс



Утверждаю

Директор учебной работы
ФГАОУ ВО «ИУрГУ (НИУ)

И.П. Савельева

« 14 » 2021 г.

Акт внедрения материалов диссертационной работы Ю.А. Спурниковой
«Разработка технологии круп быстрого приготовления с применением СВЧ
обработки и продуктов на их основе»

Материалы диссертации Ю.А. Спурниковой используются в учебном процессе кафедры «Технология и организация общественного питания» ФГАОУ ВО «ИУрГУ (НИУ)» при чтении лекций, проведении практических и лабораторных занятий студентов по дисциплинам «Технология продукции общественного питания», «Сырье и материалы общественного питания», «Общие принципы переработки сырья и введение в технологии производства продуктов общественного питания» направления подготовки бакалавров 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания»; дисциплина «Инновационные технологии в производстве продуктов питания» направления 19.04.04 «Технология продукции и организация общественного питания».

Зав.кафедрой ТИООП,

д.т.н., профессор

А.Д. Тошев

Ст.преподаватель

Ю.А. Спурникова

ПРИЛОЖЕНИЕ Д.

Технико-Технологические карты



Утверждаю
Билибина В. В.
 (руководитель предприятия Ф.И.О. подпись)
 « 12 » _____ 2020 г.

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 1 «Каша гречневая рассыпчатая»

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая технико-технологическая карта разработана и распространяется на блюдо «Каша рассыпчатая» вырабатываемая на предприятиях питания высшего учебного заведения.

2. ПЕРЕЧЕНЬ СЫРЬЯ И ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ

Для приготовления блюда используют следующее сырье: крупа гречневая, обработанная СВЧ, соль, вода.

Требование к качеству сырья: продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления данного блюда (изделия), соответствуют требованиям нормативных документов и имеют сертификаты соответствия и (или) удостоверения качества.

3. РЕЦЕПТУРА

Наименование сырья	Норма закладки на 1 порцию, г	
	Брутто	Нетто
Крупа гречневая, обработанная СВЧ	–	71,4
Соль поваренная пищевая	1,5	1,5
Вода питьевая	110	110
Выход готового блюда	–	150

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Подготовленную крупу засыпают в кипящую подсоленную воду варят до загустения в течении 5–6 минут и упаривают в течении 10 мин.

5. ОФОРМЛЕНИЕ, ПОДАЧА, РЕАЛИЗАЦИЯ

При отпуске горячую рассыпчатую кашу кладут на тарелку. Можно отпускать, поливая растопленным маслом, соответственно увеличив предусмотренную в рецептуре норму выхода блюда на 15 г.

6. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

Органолептические показатели

Внешний вид: каша рассыпчатая;

Цвет: светло-коричневый;

Вкус, запах: продуктов, входящих в блюдо.

Микробиологические показатели

По микробиологическим и физико-химическим показателям данное блюдо соответствует требованиям технического регламента.

КМАФАнМ в 1 г не более 1×10^3

Масса продукта (г), в которой не допускаются

БГКП 1,0

Бактерии рода протей 0,1

Коагулазоположительный стафилококк 1,0

Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы 25

7. ПИЩЕВАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ

Белки	Жиры	Углеводы	Калорийность, Ккал
6,63	1,57	25,57	142,94

Составитель Смурникова Ю.А.
(подпись)

Смурникова Ю.А.
(ФИО)



Утверждено
Р. В. Плещинский
 (руководитель предприятия Ф.И.О. подпись)
 « 12 » _____ 2020 г.

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 2
«Каша гречневая с луком и морковью»

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая технико-технологическая карта разработана и распространяется на блюдо «Каша гречневая с луком и морковью» вырабатываемая на предприятиях питания высшего учебного заведения.

2. ПЕРЕЧЕНЬ СЫРЬЯ И ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ

Для приготовления блюда используют следующее сырье: крупа гречневая, обработанная СВЧ, лук жаренный сушеный, морковь сушеная, соль, вода.

Требования к качеству сырья: продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления данного блюда (изделия), соответствуют требованиям нормативных документов и имеют сертификаты соответствия и (или) удостоверения качества.

3. РЕЦЕПТУРА

Наименование сырья	Норма закладки на 1 порцию, г	
	Брутто	Нетто
Смесь для приготовления каши, в т.ч.:	81	80
крупа гречневая	–	66
лук сушеный жаренный	–	9
морковь сушеная	–	5
Соль поваренная пищевая	1,5	1,5
Вода питьевая	110	110
Выход готового блюда	–	150

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Подготовленную смесь из крупы гречневой, лука сушеного жареного и моркови сушеной засыпают в кипящую подсоленную воду, тщательно перемешивают, доводят до кипения и варят в течение 10 минут при слабом кипении.

5. ОФОРМЛЕНИЕ, ПОДАЧА, РЕАЛИЗАЦИЯ

При отпуске горячую рассыпчатую кашу кладут на тарелку. Можно поливать растопленным сливочным маслом, соответственно увеличив предусмотренную в рецептуре норму выхода блюда на 15 г.

6. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

Органолептические показатели

Внешний вид: каша рассыпчатая, мелкошинкованные овощи равномерно распределены;

Цвет: светло-коричневый, моркови – темно – оранжевый;

Вкус, запах: продуктов, входящих в блюдо.

Микробиологические показатели

По микробиологическим и физико-химическим показателям данное блюдо соответствует требованиям технического регламента.

КМАФАнМ в 1 г не более 1×10^3

Масса продукта (г), в которой не допускаются

БГКП 1,0

Бактерии рода протей 0,1

Коагулазоположительный стафилококк 1,0

Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы 25

7. ПИЩЕВАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ

Белки	Жиры	Углеводы	Калорийность, Ккал
9,86	2,86	41,40	230,74

Составитель Сурникова Ю.А.
(подпись)

Сурникова Ю.А.
(ФИО)



Утверждаю
 (руководитель предприятия Ф.И.О. подпись)
 _____ » _____ 2020 г.

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 3
«Каша перловая с соевым мясом, луком и морковью»

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая технико-технологическая карта разработана и распространяется на блюдо «Каша перловая с соевым мясом, луком и морковью» вырабатываемая на предприятиях питания высшего учебного заведения.

2. ПЕРЕЧЕНЬ СЫРЬЯ И ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ

Для приготовления блюда используют следующее сырье: крупа перловая, обработанная СВЧ, лук жаренный сушеный, морковь сушеная, соевое мясо, чеснок сушеный, соль, вода.

Требование к качеству сырья: продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления данного блюда (изделия), соответствуют требованиям нормативных документов и имеют сертификаты соответствия и (или) удостоверения качества.

3. РЕЦЕПТУРА

Наименование сырья	Норма закладки на 1 порцию, г	
	Брутто	Нетто
Смесь для приготовления каши, в т.ч.:	67	66,5
крупа перловая	–	42
лук сушеный жаренный	–	9
морковь сушеная	–	5
чеснок сушеный	–	0,5
мясо соевое	–	10
Соль поваренная пищевая	1,5	1,5
Вода питьевая	100	100
Выход готового блюда	–	150

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Подготовленную смесь из крупы перловой, лука сушеного жаренного, моркови сушеной, чеснока сушеного и соевого мяса засыпают в кипящую подсоленную воду, тщательно перемешивают, доводят до кипения и варят при слабом кипении в течение 15 минут.

поделенную воду, тщательно перемешивают, доводят до кипения и варят при слабом кипении в течении 15 минут.

5. ОФОРМЛЕНИЕ, ПОДАЧА, РЕАЛИЗАЦИЯ

При отпуске горячую рассыпчатую кашу кладут на тарелку. Можно полить растопленным сливочным маслом, соответственно увеличив предусмотренную в рецептуре норму выхода блюда на 15 г.

6. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

Органолептические показатели

Внешний вид: каша рассыпчатая, мелкошинкованные овощи равномерно распределены;

Цвет: светло-серый, моркови – темно – оранжевый;

Вкус, запах: продуктов, входящих в блюдо.

Микробиологические показатели

По микробиологическим и физико-химическим показателям данное блюдо соответствует требованиям технического регламента.

КМАФАнМ в 1 г не более 1×10^4

Масса продукта (г), в которой не допускаются

БГКП 1,0

Бактерии рода протей 0,1

Коагулазолположительный стафилококк 1,0

Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы 25

7. ПИЩЕВАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ

Белки	Жиры	Углеводы	Калорийность, Ккал
10,13	1,34	33,99	188,56

Составитель



(подпись)

Смирникова Ю.А.

(ФИО)



Утверждено
 Руководитель предприятия Ф.И.О. (подпись)
 « 9 » 12 2020 г.

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 4
«Каша перловая рассычатая»

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая технико-технологическая карта разработана и распространяется на блюдо «Каша перловая рассычатая» вырабатываемая на предприятиях питания высшего учебного заведения.

2. ПЕРЕЧЕНЬ СЫРЬЯ И ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ

Для приготовления блюда используют следующее сырье: крупа перловая, обработанная СВЧ, соль, вода.

Требование к качеству сырья: продовольственное сырье, пищевые продукты и полуфабрикаты, используемые для приготовления данного блюда (изделия), соответствуют требованиям нормативных документов и имеют сертификаты соответствия и (или) удостоверения качества.

3. РЕЦЕПТУРА

Наименование сырья	Норма закладки на 1 порцию, г	
	Брутто	Нетто
Крупа перловая, обработанная СВЧ	–	50
Соль поваренная пищевая	1,5	1,5
Вода питьевая	110	110
Выход готового блюда	–	150

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Подготовленную крупу засыпают в кипящую соленую воду, варят до загустения периодически помешивая (5–8 минут), затем уменьшают огонь и оставляют на 8–10 минут.

5. ОФОРМЛЕНИЕ, ПОДАЧА, РЕАЛИЗАЦИЯ

При отпуске горячую рассычатую кашу кладут на тарелку. Можно поливать растопленным сливочным маслом, соответственно увеличив предусмотренную в рецептуре норму выхода блюда на 15 г.

6. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ**Органолептические показатели**

Внешний вид: каша рассыпчатая;
 Цвет: светло-серая;
 Вкус, запах: продуктов, входящих в блюдо.

Микробиологические показатели

По микробиологическим и физико-химическим показателям данное блюдо соответствует требованиям технического регламента.

КМАФАнМ в 1 г не более 1×10^4

Масса продукта (г), в которой не допускаются

БГКП 1,0

Бактерии рода протей 0,1

Коагулазоположительный стафилококк 1,0

Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы 25

7. ПИЩЕВАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ

Белки	Жиры	Углеводы	Калорийность, Ккал
5,34	0,52	29,96	145,89

Составитель

Сурникова
(подпись)

Сурникова Ю.А.

(ФИО)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ



Рисунок 1 – Технологическая схема «Каша перловая с соевым мясом, луком и морковью»

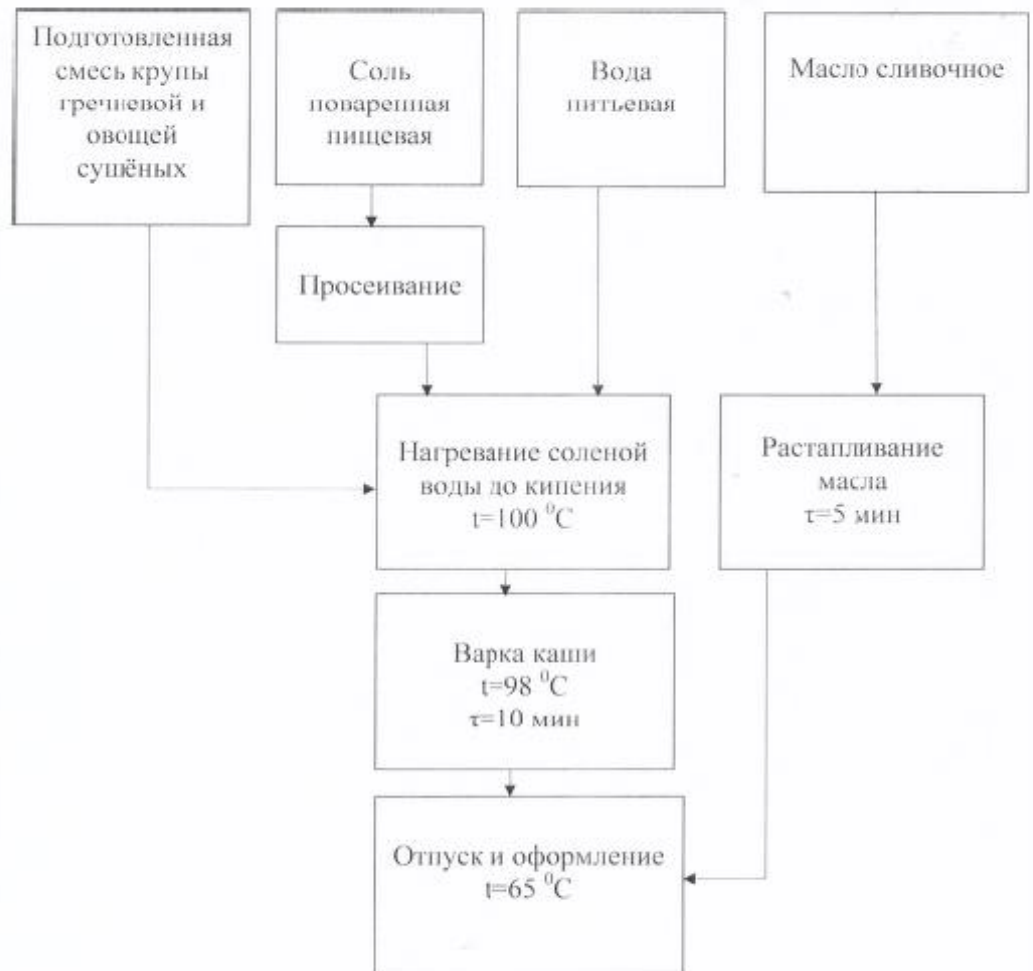


Рисунок 2 Технологическая схема «Каша гречневая с луком и морковью»

ПРИЛОЖЕНИЕ Е.**Фотографии готовой продукции**

Рисунок Е1 – Смесь крупяная перловая с соевым мясом, морковью и луком



Рисунок Е2 – Смесь крупяная гречневая с морковью и луком



а

б

Рисунок Е3 – Крупы гречневая (а) и перловая (б) до обработки



а

б

Рисунок Е4 – Крупы гречневая (а) и перловая (б) после СВЧ обработки

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- БГКП – бактерии группы кишечной палочки
- ВНИИЗ – Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки
- ГИ – гликемический индекс
- ГТО – гидротермическая обработка
- ИК – инфракрасный
- КБП – крупы быстрого приготовления
- КМАФАнМ – количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов
- КЧЖ – кислотное число жира
- МГУПП – Московский государственный университет пищевых производств
- НИИ – научно-исследовательский институт
- ПКЖ – перекисное число жиры
- ПП – перегретый пар
- СВЧ – сверх высокочастотный
- ТВЧ – токи высокой частоты
- ПМА – программируемая математическая автоматизация