

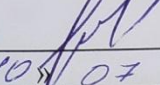
**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»**

**Факультет ветеринарной медицины пищевых и биотехнологий**

**Кафедра технологии продуктов питания**

**ДОПУЩЕНО к защите:**

Зав. кафедрой  Н.В. Моргунова  
«10» 07 2021г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**«Совершенствование технологии кексов для аглютенового питания»**

Направление подготовки

**19.04.04 Технология продукции и организация общественного питания**

Направленность (профиль)

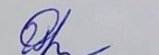
**Технологии и проектирование предприятий индустрии питания**

**Обучающийся:**

Паськова Елена Михайловна

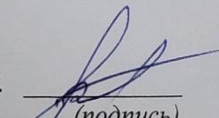
  
(подпись)

**Руководитель выпускной квалификационной работы:**  
кандидат биологических наук, доцент Рысмухамбетова Г.Е.

  
(подпись)

**Рецензент:**

генеральный директор ООО «Русский кейтеринг» Масленников В.Г.

  
(подпись)

**Саратов 2021**

## Содержание

Введение .....	7
1. Литературный обзор .....	13
1.1 Целиакия .....	13
1.2 Характеристика аглютенового питания.....	18
1.3 Товароведная характеристика муки, рекомендуемая при целиакии..	26
1.3.1 Рисовая мука.....	26
1.3.2 Льняная мука.....	30
1.3.3 Кукурузная мука.....	32
1.3.4 Тыквенная мука.....	34
2. Экспериментальная часть.....	37
2.1 Объект, материалы и методы исследований.....	37
2.2 Результаты исследования и их обсуждение.....	41
2.2.1 Подбор компонентов и технологических режимов аглютеновых кексов.....	41
2.2.2 Инструментальная оценка запаха изделий на лабораторном анализаторе запахов «МАГ-8» с методологией «электронный нос»...	57
2.2.3 Изучение состава аглютеновых композитных смесей с помощью прибора Chopin MixoLab 2.....	67
2.2.4 Исследования физико-химических показателей аглютеновых кексов.....	76
2.2.5 Определение количественного содержания глютена в разработанных аглютеновых кексах.....	78
2.2.6 Исследования микробиологических показателей аглютеновых кексов.....	81
2.2.7 Расчет пищевой и энергетической ценности.....	83
2.2.8 Влияние разработанных аглютеновых кексов на организм лабораторных животных.....	86
2.3 Маркетинговые исследования.....	91

2.4 Экономическая целесообразность аглютеновых кексов из смеси кукурузной и рисовой муки, кукурузной и тыквенной муки, льняной и рисовой муки.....	96
Заключение.....	110
Выводы.....	111
Список использованной литературы.....	113
Приложения.....	123
Приложение 1.....	123
Приложение 2.....	124

## Введение

Ежегодно в нашей стране увеличивается число людей, страдающих наследственными пищеварительными дисфункциями организма, связанными с возникновением аллергических реакций на отдельные ингредиенты пищи [36]. В связи с этим одной из главных задач реализации планов государственной политики РФ в области здорового питания является обеспечение всех групп населения сбалансированными качественными пищевыми продуктами отечественного производства, что представляется возможным благодаря созданию новых рецептур и внедрению инновационных отраслевых технологий [81].

Известно, что целиакия – это хроническое заболевание, обусловленное наследственными факторами нарушения пищеварения из-за повреждения некоторыми продуктами питания ворсинок тонкой кишки. К таким продуктам относятся злаки: пшеница, рожь, овес и ячмень. Основная роль в лечении и профилактике данного заболевания сводится к количественному и качественному подбору сбалансированных безглютеновых продуктов питания с направленной компенсацией физиологически значимых нутриентов [52].

Также необходимо отметить, что россияне, имеющие диагноз целиакия сталкиваются в своей жизни с многочисленными трудностями, это связано с низкой информированностью, отсутствием экспресс-методов диагностирования, узким ассортиментом продуктов питания, наличием «скрытого глютена» во многих продуктах [54].

Отсутствие необходимого объема научных исследований в области производства специализированных мучных кондитерских изделий требует расширения теоретических знаний и доказательной базы, что обуславливает необходимость и актуальность разработки технологии производства мучных кондитерских изделий высокой пищевой и биологической ценности для питания людей, страдающих целиакией. В связи с этим исследования в рамках данной работы являются актуальными и имеют практическое значение.

**Целью работы** являлось совершенствование технологии кексов для аглютенового питания.

Для достижения поставленной цели требуется решить ряд взаимосвязанных **задач**, а именно:

1. обосновать необходимость разработки продуктов питания для людей, страдающих целиакией на основании маркетинговых исследований;
2. разработать рецептуры и технологии аглютеновых кексов;
3. исследовать органолептические, физико-химические и микробиологические показатели разработанных аглютеновых кексов;
4. определить уровень глютена в разработанных аглютеновых кексах;
5. рассчитать пищевую и энергетическую ценность разработанных аглютеновых кексов;
6. изучить влияние разработанных аглютеновых кексов на организм лабораторных животных;
7. определить экономическую целесообразность внедрения в производство аглютеновых кексов.

### **Научная новизна**

Научно обоснованы составы композитных смесей для аглютеновых кексов из рисовой, кукурузной, тыквенной и льняной муки.

Определено с помощью иммуноферментного метода, что количественное содержание глютена в разработанных кексах составило менее 20 мг/кг и соответственно, обосновано использование маркировки «gluten free».

На основе клинических испытаний научно доказано, что добавление в рацион лабораторных животных (крыс) аглютеновых кексов не оказывает негативного воздействия на морфологические и биохимические показатели крови, улучшает течение метаболических процессов, поддерживая при этом,

общий гомеостаз организма, что свидетельствует о биологической безопасности применения аглютеновых кексов для лабораторных животных.

Показана эффективность внедряемой разработки с уровнем рентабельности 50%.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

- составы композитных смесей для аглютеновых кексов из рисовой, кукурузной, тыквенной и льняной муки;
- технологии разработанных аглютеновых кексов для людей, страдающих непереносимостью глютена;
- содержание глютена в разработанных крупяных кулинарных и мучных кондитерских изделиях менее 20 мг/кг, что подтверждает возможность использования маркировки «gluten free»;
- результаты клинических исследований о влиянии аглютеновых кексов на организм лабораторных животных (крысы);
- результаты расчета экономической эффективности производства, а также социальной значимости новых продуктов питания для людей с непереносимостью глютена.

#### **Степень достоверности и апробация результатов**

Достоверность результатов обусловлена значительным объемом экспериментального материала, полученного с использованием высокоинформативных методов исследования с подтверждением данных математической статистики. Основные материалы диссертационной работы представлены на: V международной научно-практической интернет конференции «Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания России» (Орёл, 15 ноября 2017 г.); фестивале семейного творчества для семей, воспитывающих детей с ограниченными возможностями здоровья (Саратов, 28 апреля 2018 г.); Международной научно-практической конференции «Новые подходы к разработке технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (Волгоград, 6-7 июня 2018 г.); Всероссийском смотре-конкурсе

лучших пищевых продуктов, продовольственного сырья и инновационных разработок (Волгоград, 6-7 июня 2018 г.); Конкурсе хлебобулочных и мучных кондитерских изделий «Хлеб всему голова» (Саратов, 2019 г.); XVI всероссийской конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, посвященной 150 – летию периодической таблицы химических элементов (Казань, 16-19 апреля 2019 г.); Фестивале-конкурсе инновационных продуктов питания «Спектр вкуса» (Казань, 16-19 апреля 2019 г.); Межвузовской научной студенческой конференции по морфологии и физиологии (Саратов, 27 февраля 2020 г.); Международной научно-практической конференции «Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции» (Саратов, 12-13 марта 2020 г.); 2 Международная научно-практическая конференция «Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции» (Саратов, 25 марта 2021 г.).

**Работа выполнена** на кафедре технологии продуктов питания факультета ветеринарной медицины пищевых и биотехнологий ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова».

### **Публикации**

1. Патент 2717005 Российской Федерации, МПК А21D 13/80 Кекс с пониженным содержанием глютена /Е.М. Паськова, Ю.В. Ушакова Г.Е., Рысмухамбетова, заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова». – № 2019117771; заявл. 07.06.2019.; опубл. 17.03.2020, Бюл. № 8.
2. Паськова Е.М. Влияние состава композитных смесей с пониженным содержанием глютена на реологические свойства теста на их основе / Е.М. Паськова, Ю.В. Ушакова, Т.Б. Кулеватова, Г.Е. Рысмухамбетова // Новые технологии. – Майкоп: НБ МГТУ, 2020. – № 4. – С. 74-83.

3. Паськова Е.М. Разработка печенья функционального назначения с добавлением льняной муки / Г.Е. Рысмухамбетова // Инновационные технологии производства пищевых продуктов: Материалы международной научно-практической конференции. – Саратов: ООО «ЦеСАин», 2016. – С. 79-83.
4. Паськова Е.М. Печенье функциональное с добавлением льняной муки / Г.Е. Рысмухамбетова, Ю.В. Ушакова // Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России: [Электронный ресурс]. – Материалы V международной научно-практической интернет-конференции – Орёл: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2017. – С.193-196.
5. Паськова Е.М. Оптимизация технологии приготовления печенья из льняной муки функционального назначения / Г.Е. Рысмухамбетова, Ю.В. Ушакова // Новые подходы к разработке технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Материалы Международной научно-практической конференции. Изд-во Волгоградского института управления – филиала РАНХиГС, Волгоград, 2018. – С. 301-304.
6. Паськова Е.М. Разработка новых видов кексов безглютенового назначения Г.Е. Рысмухамбетова, Ю.В. Ушакова // Пищевые технологии и биотехнологии материалы XVI Всероссийской конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, посвященной 150 – летию Периодической таблицы химических элементов: в 3 ч. КНИТУ, Казань, 2019. – С. 42-245.
7. Паськова Е.М. Результаты количественного содержания глютена в кексах диетического назначения /Е.М. Паськова, Ю.В. Ушакова, Г.Е. Рысмухамбетова // Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства: материалы



Международной научно-практической конференции, 24-25 октября 2019. – Алматы.: АГУ, 2019. – С. 61-62.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, двух глав: обзора литературы, экспериментальной части, включающей объект и методы исследований, результаты исследований и их обсуждение, расчета экономической эффективности, а также вывода, заключения и списка использованных литературных источников. Работа изложена на 124 страницах, содержит 47 таблиц и 38 рисунков. Список литературы включает 100 наименований, в том числе 13 зарубежных.

# 1 Литературный обзор

## 1.1 Целиакия

Целиакия – наследственное аутоиммунное хроническое заболевание, характеризующееся поражением слизистой оболочки тонкого отдела кишечника глютеном и исчезновением повреждений после полного его устранения из пищи. Употребление глютеносодержащих пищевых продуктов приводит к возникновению синдрома пониженного всасывания основных групп питательных веществ (мальабсорбции) [60].

Глютен или клейковина – сложный упруго-эластичный комплекс липидов, углеводов, минеральных веществ, белков, придающий особые реологические и технологические свойства пшеничной муке. Основным белком глютена зерновых (80–90% от общего объема) представлен двумя фракциями – низкомолекулярным глиадином и высокомолекулярным глютеином, обуславливающих образование при замесе своеобразного трехмерного остова, заполненного различными компонентами муки [6]. Механизм возникновения целиакии связан с непереносимостью лишь одного белкового компонента злаковых – глиадина. Однако доказанное токсическое действие на организм больного отмечено и у других существующих его модификаций – у ячменя (гордеин), у ржи (секалинин), у овса (авенин) [95].

Согласно существующей единой теории патогенеза (механизма возникновения и развития заболевания) целиакии, клетки эпителия слизистой оболочки тонкого кишечника, принимающие непосредственное участие в переваривании глютена, лишены соответствующих ферментов–протеазы и пептидазы. В начале заболевания глютен связывается со специальными рецепторами клеток тонкой кишки, наследственно обусловленными. В ответ на действие глютена происходит атрофия ворсинок тонкой кишки, повреждение гликокаликса, щелочной каемки энтероцитов с мембранными ферментами, (к которым относятся лактаза, сахараза, мальтаза и др.), что приводит к разной степени непереносимости соответствующих пищевых веществ. Вследствие истончения слизистой оболочки во внутреннюю среду организма попадают

крупные недорасщепленные молекулы, проявляющие свойства аллергенов. О степени и стадии развития данного заболевания можно судить по корреляции между титром антител к глиадину и морфологическим изменениям слизистой оболочки кишечника [72].

Клинические признаки целиакии – это диарея, стеаторея, похудание, полигиповитаминозы и прочие проявления синдрома мальабсорбции.

Целиакия у детей начинает проявляться обычно в 9-18 месяцев. Появляется частый и жидкий стул с большим количеством жира и отмечается снижение массы тела, отставание в росте. У взрослых развертывание клинических симптомов целиакии может быть спровоцировано беременностью, перенесенными оперативными вмешательствами, инфекцией. Лица, страдающие целиакией, зачастую отмечают склонность к сонливости, сниженной работоспособности, часто урчание в животе, метеоризм, неустойчивость стула (поносы, сменяющиеся запорами). У пожилых пациентов могут отмечаться боли и ломота в костях, мышцах [91].

Стул, как правило, частый (5 и более раз в день), жидкий, пенистый с остатками непереваренной пищи. При продолжительной диарее есть вероятность развития признаков обезвоживания: сухость кожных покровов и слизистых оболочек. Прогрессирование синдрома мальабсорбции ведет к развитию тяжелых расстройств внутреннего гомеостаза организма [92].

В клинической гастроэнтерологии различают три формы течения целиакии: типичная (развивается на первом-втором году жизни, имеет характерные клинические проявления), стертая (проявляется внекишечной симптоматикой: железодефицит, анемия, кровоточивость, остеопороз) и латентная (без выраженных жалоб). Латентная форма часто встречается у лиц пожилого возраста. У женщин развитие клинических симптомов начинается в 30-40 лет, у мужчин в 40-50 [30, 93].

Больные целиакией относятся к группе повышенного риска возникновения рака кишечника (кишечной лимфомы, аденокарциномы). Этот вид злокачественной опухоли развивается у 6-8% больных, чаще всего после 50

лет. Возникновение злокачественного новообразования подозревают в том случае, если клинические проявления целиакии возобновились на фоне безглютеновой диеты [94].

Еще одним вероятным осложнением целиакии является язвенный еюноилеит (воспаление со склонностью к изъязвлению стенки тощей и подвздошной кишок). Характеризуется развитием острой болезненности в животе, лихорадкой. Развитие этого состояния грозит внутренним кровотечением, прободением стенки тонкого кишечника, перитонитом [38].

При выраженной недостаточности всасывания железа развивается железодефицитная анемия. Иногда она становится единственным проявлением заболевания (при стертой и латентной форме). Нарушения фертильности, бесплодие могут быть результатом длительно существующего синдрома мальабсорбции. Также продолжительное нарушение всасывания ведет к полигиповитаминозам, белковой недостаточности, нарушениям минерального обмена. Недостаток витамина D в сочетании с пониженным поступлением кальция в организм способствует снижению плотности костей, их ломкости. В 30-35% случаев у больных целиакией уменьшается в размерах селезенка, 70% пациентов отмечают артериальную гипотензию [33, 75].

Наиболее специфичной методикой выявления целиакии является определение в крови антител к глиадину и антител к тканевой трансглутаминазе. Чувствительность методики составляет 100%, ее специфичность для данной патологии порядка 95 - 97%.

Помимо этого, можно произвести биопсию слизистой тонкого кишечника и определить имеющуюся атрофию (сглаживание) ворсин, а также наличие скоплений лимфоцитов в слизистой. Дополнительными методиками для уточнения состояния больного являются эндоскопическое исследование тонкого кишечника, тест Шиллинга и проба с D - ксилозой, УЗИ органов брюшной полости, компьютерная томография, МРТ – ангиография мезентериальных сосудов, контрастная рентгеноскопия кишечника [96].

Цель терапии при целиакии – восстановление функций кишечника, нормализация массы тела и коррекция дефицита необходимых веществ [48].

Патогенетическое лечение заключается в соблюдении аглютеновой диеты, то есть непосредственное избегание действия повреждающего фактора. Соблюдать безглютеновую диету необходимо на протяжении всей жизни. Чаще всего (в 85% случаев) эта мера приводит к стиханию симптомов и восстановлению нормальной деятельности кишечника. Как правило, окончательное восстановление происходит не ранее чем через 3-6 месяцев, поэтому корректировать содержание необходимых организму веществ требуется на протяжении всего времени выздоровления. При необходимости назначают парентеральное питание, введение препаратов железа и фолиевой кислоты, солевые растворы, кальций, витамины. Тем пациентам, которые не обнаруживают положительного эффекта диеты, назначаются гормональные препараты (преднизолон) на протяжении 6 - 8 недель в качестве противовоспалительной терапии [49, 67].

Отсутствие положительной динамики при исключении глютена из рациона в течение трех месяцев может говорить о том, что диета соблюдается не полностью, с нарушениями, либо имеются сопутствующие заболевания (недостаточность дисахаридазы, болезнь Аддисона, лимфома тонкого кишечника, язвенный еунит, лямблиоз, недостаток минералов в рационе: железа, кальция, магния). В таких случаях проводятся дополнительные диагностические мероприятия для выявления этих состояний. При исключении всех возможных причин отсутствия улучшений назначают гормональную терапию. Через три месяца курса преднизолона проводят биопсию тонкого кишечника [100].

Согласно статистическим данным Всемирной организация гастроэнтерологов (World Gastroenterology Organization) распространенность глютеновой энтеропатии в популяции большинства стран мира составляет 1:100 – 1:250 или 1–2,5% общей популяции. Последние скрининговые

эпидемиологические исследования о распространенности целиакии в мире за последние 10 лет отображены в таблице 1 [100].

Таблица 1 – Скрининговые эпидемиологические исследования о распространенности целиакии в мире за последние 10 лет

<b>№ п/п</b>	<b>Страна</b>	<b>Распространенность при клиническом исследовании</b>
1	Италия	1:175
2	Финляндия	1:130
3	Венгрия	1:394
4	США	1:250
5	Испания	1:389
6	Швеция	1:330
7	Ирландия	1:300
8	Россия	1:200
9	Австрия	1:476
10	Румыния	1:45
11	Германия	1:276
12	Португалия	1:134
13	Франция	1:388

Исходя из предоставленных статистических данных видно, что в Российской Федерации частота заболевания диагностируется 1:200, однако анализ современных данных о численности зарегистрированных больных целиакией разнятся в регионах нашей страны (рисунок.1).

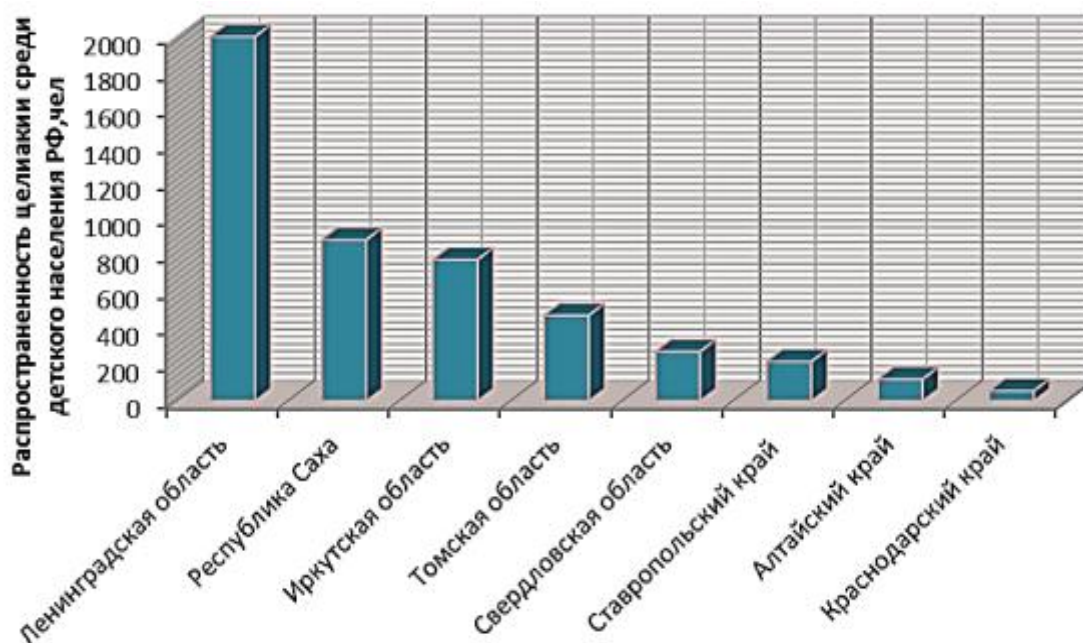


Рисунок 1– Распространенность целиакии среди детского населения в регионах РФ

Такая разобщенность статистических данных обусловлена сложностью диагностирования больных за счет широкой симптоматики заболевания и поздних сроков диагностирования целиакии [1].

## 1.2 Характеристика аглютенового питания

Несмотря на существующий объем научно-исследовательских работ в области клинической диагностики и терапии целиакии, установлено, что единственной эффективной и наиболее доступной возможностью улучшения состояния больного и нормализации деятельности ЖКТ остается соблюдение пожизненной диеты, основанной на подборе адекватного аглютенового питания с учетом возраста, особенностей состояния больного в период заболевания. Рацион больных целиакией строится на принципах: потребление углеводных компонентов обеспечивается за счет аглютеновых круп и муки и овощей, фруктов и ягод; белковых и жировых – за счет нежирных сортов мяса, яиц, молочных продуктов, растительных и сливочных масел [4]. Согласно медицинским требованиям по организации аглютеновой диетотерапии, при целиакии рекомендовано использование продуктов питания, обеспечивающих химическое и механическое щажение ЖКТ, исключая бродильные

процессы в кишечнике. Эффективность употребления аглютеновых изделий оценивается по изменению морфологического и функционального состояния органов пищеварения, снижению воспалительных и иммунных реакций, улучшению общего физического состояния пациентов. В нашей стране положения ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в РФ» (ст. 39) и действующего ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического, лечебного и профилактического питания» относят аглютеновые пищевые изделия к специализированным пищевым продуктам с установленным химическим составом, энергетической ценностью и физическими свойствами, обладающие подтверждённым лечебным эффектом, оказывающие специфическое влияние на восстановление нарушенных или утраченных в результате заболевания функций организма, профилактику этих нарушений, а также на повышение адаптивных возможностей организма [76, 83]. Согласно современным стандартам «Codex Alimentarius» и положениям российских действующих директивных документов, пороговое содержание глютена в продуктах питания для больных целиакией должно быть не более 20 мг/100 г [89].

Стоит отметить, что различают явный и скрытый глютен, а также загрязнение продуктов питания глютеном.

Прямой глютен (он же явный) — глютен, который не подвергался никакой промышленной обработке, и его молекулы белков не изменены. Явный глютен содержится в продуктах, содержащих рожь, пшеницу, ячмень, овес (хлеб, кондитерские, макаронные изделия, манная, овсяная, перловая крупа, котлеты, блюда в панировке и т.п.) [68].

Скрытый глютен — глютен, молекулы которого были видоизменены из-за прохождения определенной обработки: примером такого глютена является гидролизированный глютен, который содержится в пиве. В таком случае выявление содержания клейковины в продукте становится сложнее, так как молекулы глютена становятся меньше и для их обнаружения нужны более точные исследования. В некоторых случаях молекулы глютена



«разламываются» на несколько мелких осколков и обнаружение таких осколков глютена становится практически невозможным. Примером такого случая служит содержание микродоз клейковины в мясе, если животное кормили пшеницей. Существует достаточно большой список продуктов, в состав которых входит так называемый скрытый глютен (вареные колбасы, сосиски, полуфабрикаты из измельченного мяса и рыбы; мясные и рыбные консервы; многие овощные и фруктовые консервы, в т.ч. томатные пасты, кетчупы; концентрированные сухие супы, бульонные кубики; кукурузные хлопья при использовании ячменной патоки; йогурты, мороженое, сыры, маргарины с глютеносодержащими стабилизаторами; имитации морепродуктов – крабовые палочки и др; некоторые виды уксусов и салатных соусов, майонезов, соевые соусы; некоторые пищевые добавки (краситель аннато E160b, карамельные красители E150a-E150d, мальтол E636, изомальтол E953, малитит и мальтитный сироп E965, моно- и диглицериды жирных кислот E471); квас и некоторые алкогольные напитки [71].

Загрязнение глютенем, остаточные следы глютена или перекрестное попадание клейковины на производстве — самый малоизвестные, но при этом опасный случай попадания глютена в продукты питания. Такой глютен может оказаться в тех продуктах, в которых теоретически его быть не должно. К примеру такое может произойти на производстве крахмала, где его очищают от глютена, если производство не совершенно, отделение может быть выполнено плохо, что приведет к попаданию в крахмал остаточных следов глютена, которые так же очень трудно обнаружить во время тестирований в лаборатории. Вторым примером может служить совместное производство глютеносодержащих продуктов (вафель, хлебобулочных изделий и д.р.) с товарами, в составе, которого не присутствует клейковина. Из-за отсутствия изоляции глютен из одного продукта «загрязняет» тот, что производится на соседнем конвейере.

Таким образом, глютен может скрываться в огромном количестве продуктов питания. Чтобы не допустить попадания клейковины в организм больного, надо быть предельно осторожными при выборе продуктов [57].

Больным с целиакией назначают продукты, которые не содержат глютен: мясо, рыба, овощи, фрукты, высшие сорта колбас и сосисок, шоколад, мармелад, некоторые конфеты и восточные сладости, зефир, некоторые сорта мороженого. Из злаковых разрешены гречиха, рис, кукуруза, просо (пшено), бобовые. Если у больного нет признаков лактазной недостаточности или аллергии на белок коровьего молока, то молоко из питания не исключается. Яйца не запрещены, если на них нет аллергии. Практически все молочные смеси для питания детей первого года жизни и все лечебные смеси не содержат глютен. При аллергии на белок коровьего молока в питание можно ввести смеси на основе изолята соевого белка (например, «Нутрилон Соя» (фирма «Нутриция», Голландия) не содержит белка коровьего молока, молочных жиров, лактозы, сахарозы и глютена; «НАН Соя» (фирма «Нестле», Швейцария) и др.).

Для детей первого года жизни налажен промышленный выпуск аглютеновых каш. Ассортимент таких продуктов промышленного выпуска в настоящее время весьма разнообразен: «Нутриция», «Нестле», «Хайнц», «Хипп», «Хумана», в последнее время – и отечественные производители (АО «Вологда-Крюгер» и «Нутритек»). Фирма «Нутриция» (Голландия) выпускает ассортимент безглютеновых каш, на рынке представлены две торговые марки «Nutricia Малышка» и «Топ-Топ». Ассортимент торговой марки «Топ-Топ» представлен безмолочной рисовой кашей с грушей, безмолочной кукурузной, молочной рисовой кашей с абрикосом, молочной рисовой кашей с бананом, молочной кукурузной с фруктами. Аглютеновые каши «Nutricia Малышка»: низкоаллергенная безмолочная рисовая, низкоаллергенная безмолочная гречневая, молочная рисовая, молочная гречневая, молочная гречнево-рисовая каша с абрикосом и др.

Для питания лиц старшего возраста выпускаются специальные продукты. Такие продукты либо не содержат глютен естественным образом, либо глютен исключен из них в процессе их выработки. Рекомендованные приемлемые уровни глютена составляют менее 20 ppm (20 мг/кг готового продукта) для продуктов питания, естественным образом не содержащих глютен, и менее 200 ppm для продуктов, из которых глютен удаляется в процессе их выработки. Безглютеновые продукты представляют собой заменители хлеба, макарон, печенья, вафель и многих других продуктов, изготовленных на основе риса, кукурузы и других разрешенных ингредиентов. На этикетках таких продуктов есть специальная символика – перечеркнутый колос либо надпись «gluten free» (свободно от глютена). В России сертифицированные продукты для питания больных с целиакией представлены фирмами «Глутано» (Германия) и «Доктор Шер» (Италия). В нашей стране НИИ пищевконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии разработан ряд аглютеновых продуктов на основе рисовой, гречневой, кукурузной муки: концентраты хлеба и кексов, вермишель, «готовые завтраки». Все продукты прошли клиническое испытание в НИИ питания РАМН и Научном центре здоровья детей РАМН [61].

Рацион больного зависит от возраста и тяжести состояния, строится на основании общих принципов: углеводный компонент составляют за счет круп – рисовой, гречневой, кукурузной; овощей, картофеля, фруктов и ягод; белковый и жировой – за счет мяса, яиц, молочных продуктов, растительного и сливочного масел.

Химический состав аглютеновой диеты:

- белки 110-120 г;
- жиры 80-90 г;
- углеводы 250-350 г (не более 45 г сахара);
- соль 6-8 г;
- жидкость 1,5-2 л.

Масса суточного рациона: 2,5-3 кг. Суточная норма диеты № 4аг: 2000—2700 ккал. Режим питания: 4-6 раз в день.

При целиакии, сопровождающейся тяжелой гипотрофией, нужно учитывать такие факторы, как резкая анорексия, сниженная толерантность к пищевым нагрузкам. Ребенку первого года жизни назначается диета, содержащая 3–4 г белка и 130–150 ккал на 1 кг фактической массы тела в сутки; при выраженной стеаторее возможно умеренное снижение жира (3–4 г/кг). После нормализации веса ребенок должен получать возрастную диету с исключением глютенсодержащих продуктов.

Питание в активную стадию заболевания проводится согласно принципам диетотерапии детей с гипотрофией. В наиболее тяжелых случаях у детей первых двух лет жизни с нелеченной целиакией средством выбора являются гипоаллергенные смеси на основе гидролизатов белка с включением в жировой компонент триглицеридов со средней длиной углеродной цепи.

В остром периоде заболевания, когда выражены интоксикация и проявления синдрома мальабсорбции, больным проводятся дезинтоксикационная терапия и парентеральное питание с целью максимального щажения желудочно-кишечного тракта, выведения токсических продуктов обмена. У больных с целиакией в остром периоде заболевания развивается вторичная лактазная недостаточность. Это требует исключения лактозосодержащих молочных продуктов. Реже встречается непереносимость сахарозы. Первые 2–3 дня больные с целиакией получают 1/3–1/2 полагающегося объема пищи в виде безлактозной высокогидролизованной смеси (алфаре, нутрамиген, прегестимил и др.). На 4-й день вводится каша из риса, гречки на воде без масла и сахара, дважды провернутый говяжий фарш, отвар из сушеных яблок.

К 10–14-му дню назначается аглютеновый стол № 1. Аглютеновый стол № 1 характеризуется нормальным содержанием белка (расчет на фактическую массу), ограничением жиров на 15%, а углеводов – на 25%, а также предусматривает механическое и химическое щажение слизистых оболочек

желудочно-кишечного тракта. Блюда готовятся в протертом виде и на пару. Ограничиваются овощи (разрешается картофель, морковь), сахар, исключаются фрукты, соки, молоко. Температура пищи: горячих блюд 55–65 °С, холодных – не ниже 15 °С. Количество приемов пищи – 5 раз в день. По мере повышения толерантности к пище и улучшения биоценоза кишечника в питание включают кисло-молочные лечебные продукты. Пребывание на аглютеновом столе № 1 – 1 нед.

Затем больной переводится на аглютеновый стол № 2. Аглютеновый стол № 2 характеризуется повышенным содержанием белка на 10–15% за счет введения в рацион питания таких продуктов, как творог, кефир, мясо, яйцо. Сохраняется ограничение жиров на 15%, углеводов – на 25%. Кисло-молочные продукты применяются с учетом переносимости. Молоко исключается на срок не менее 6 мес. Детям первого года жизни назначаются смеси на основе гидролизата казеина или сывороточного белка, безлактозные или низколактозные смеси, можно соевые смеси. Длительность – от 2 до 6 мес [50].

В дальнейшем (при клинической ремиссии заболевания) назначается аглютеновый стол № 3. Аглютеновый стол № 3 характеризуется повышенным содержанием белка на 15–25%, нормальным содержанием жиров и углеводов. Блюда не протертые, вводятся овощи, соки, молочные продукты.

Первыми признаками эффективности диеты при целиакии являются улучшение эмоционального тонуса, аппетита, прибавка в весе.

В таблице 2 представлен перечень продуктов питания, применяемых при целиакии в различные периоды заболевания [75].

Таблица 2 - Перечень продуктов и блюд, исключаемых и назначаемых при целиакии в различные периоды заболевания.

Исключаются пожизненно	Исключаются в острый период	Ограничиваются в острый период (или исключаются при индивидуальной непереносимости)	Рекомендуются в острый период	Рекомендуются в период ремиссии
Продукты, содержащие белок злаковых (пшеницы, ржи, ячменя, овса)	Цельное молоко, пресные молочные смеси, фрукты и овощи с грубой клетчаткой, бобовые, тугоплавкие животные жиры, жирные сорта мяса	Кисло-молочные продукты и смеси, творог, сметана, сыр, сливочное масло, сахар, сладкие фрукты, цельные фруктовые соки	Специализированные лечебные продукты: смеси на основе гидролизатов белка, смеси на основе изолята соевого белка, аглютеновые безмолочные каши промышленного производства. Каши рисовая, гречневая, кукурузная на воде или с добавлением соевой смеси. Пюре овощное, картофельное. Пюре мясное, рыбное, желток. Масло растительное, топленое. Печеное яблоко, бананы, соки, разбавленные водой наполовину	Аглютеновые заменители хлеба, кексов и макаронных изделий, готовые завтраки (кукурузные хлопья, кукурузные и рисовые палочки). Крупы и мука: рисовая, кукурузная, гречневая. Мясные и рыбные блюда без добавления муки и хлебного мякиша, без обвалки в сухарях или муке. Набор продуктов (за исключением глютенсодержащих) и кулинарная обработка соответствуют возрастным нормативам

Безглютеновая диета сложна. Больные с целиакией должны анализировать состав продукта, который они покупают, быть предельно осторожными при покупке обеда в школе. При строгом соблюдении диеты дети с целиакией не отстают в физическом и нервно-психическом развитии. Больным с подтвержденным диагнозом целиакии следует соблюдать безглютеновую диету пожизненно.

### **1.3 Товароведная характеристика муки, рекомендуемая при целиакии**

При проектировании состава новых видов специализированной пищевой продукции адекватность замены традиционного растительного сырья должна быть обусловлена подбором альтернативных аналогов, обеспечивающих промышленное производство пищевых изделий с заданными медико-биологическими, реологическими, экономическими и органолептическими признаками [77].

Общеизвестным остается тот факт, что при разработке безглютеновых пищевых изделий замена пшеничной муки на безглютеновые виды, сопровождается рядом технологических сложностей, поскольку решающее значение имеет имитация вязкоупругих свойств клейковины пшеничного теста. Причиной отсутствия оптимальных структурно – механических свойств безглютенового теста является способ соединения полипептидных цепей в белках, отличающийся от трехмерной разветвленной структуры клейковины [16].

В настоящее время существует два основных способа производства безглютеновых продуктов питания. Первый – биотехнологический, путем подбора сырья растительного происхождения с отсутствием глютена, и второй – биокаталитический, определяющий возможность модификации или удаления глютенных фракций из традиционных сырьевых источников [88].

#### **1.3.1 Рисовая мука**

Ореховый вкус и исключительная гипоаллергенность рисовой муки делает ее весьма востребованным объектом использования в составе функциональных и диетических профилактических продуктов питания. По биологической ценности белка и содержанию крахмала рисовая мука занимает ведущее место среди других видов злаковой муки. Рис – источник широкого спектра природных микроэлементов, исключительно полезный для питания людей всех возрастов, и особенно детей [53].

Рис – однолетнее растение семейства злаковых и ценная зерновая культура. Эта культура составляет 29% от общего объема производства зерновых в мире, и сравним с производством пшеницы и кукурузы. Сейчас существует 20 ботанических видов риса и 8000 агросортов [31].

Интерес к данной культуре проявили Гурская О.Л., Динь Т.Х. и внесли существенный вклад в исследование химического состава различных сортов риса и продуктов его переработки [32]. В многочисленных трудах отечественных и зарубежных ученых установлено, что на 7 - 8% рисовые зерна состоят из белков, до 70 % крахмала, около 0,6% жиров, а также сахаров, слизей, геммицеллюлозы, пектиновых веществ и клетчатки.

В трудах Корячкиной С.Я. отмечено, что рис является источником многих витаминов – группы В: В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, витамина РР, каротина, витамина Е и необходимых организму микроэлементов: калий, фосфор, цинк, железо, кальций, йод и селен [43]. Краткая характеристика рисовой муки представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика рисовой муки

<b>Органолептические свойства</b>	
Внешний вид и цвет муки	Белый порошок с наличием темных частиц
Вкус и запах	Не имеет запаха, вкус ореховых ноток
<b>Физико-химические показатели рисовой муки</b>	
Массовая доля влаги, %	Не более 9
Кислотность муки, градусы	2,0
Массовая доля металлических примесей, %, не более	0,0003
Допуск посторонних примесей, %	Не допускается
<b>Пищевая и энергетическая ценность в 100 г.</b>	
Белки, г	8,0
Жиры, г	1,0
Углеводы, г	81,0
Калорийность, ккал	345
<b>Состав и содержание витаминов и минеральных веществ</b>	



Минеральные вещества		Витамины	
Ca, мг	10	B <sub>1</sub> , мг	0,138
Mg, мг	35	B <sub>2</sub> , мг	0,021
K, мг	76	B <sub>5</sub> , мг	0,819
P, г	98	B <sub>6</sub> , мг	0,436
Fe, мг	0,35	B <sub>9</sub> , мкг	4
Zn, мг	0,8	E, мг	0,110
Cu, мкг	130	PP, мг	2,55
Mn, мг	1,2		
Se, мкг	15,1		

Цельнозерновая рисовая мука производится из зерен риса, очищенного лишь от внешней оболочки. В ее состав входят и отруби, которые перемалываются вместе с рисовыми зернами, тем самым повышая питательный состав и ценность этого вида муки. Цельнозерновая мука отличается более темным цветом и ярко выраженным ореховым привкусом.

Рисовая мука обладает высокими и стабильными функциональными свойствами: влагоудерживающая, жирудерживающая, гелеобразующая способность; рекомендуемая гидротация муки рисовой 1:4, 1:6.

Пользу рисовой муки можно изложить в следующем виде:

- способствует улучшению работы сердечной мышцы, предотвращает развитие болезней сердечно-сосудистой системы;
- нормализует работу пищеварительной системы и желудочно-кишечного тракта;
- восстанавливает силы и заряжает энергией и бодростью после длительного истощения организма или тяжелых физических нагрузок;
- является природным антидепрессантом, приносит успокоительный эффект и защищает организм от стрессов и вредных факторов окружающей среды;
- способствует снижению уровня сахара в крови;
- широко используется в диетических целях, помимо прочего помогая организму наращивать в этом процессе мышечную массу;

- является эффективным противоотечным средством, способствует восстановлению водно-солевого баланса в организме;
- ускоряет обменные процессы в организме, улучшая метаболические способности;
- выводит из организма вредные и опасные токсины и шлаки [70].

Применяют рисовую муку в производстве из нее детского питания. На ее основе готовят молочные каши и консервы для самых маленьких, хороша она и для первого прикорма малышей. Из этого продукта готовят рисовую бумагу, которая является основой многих национальных блюд Японии и Китая. Часто она используется для приготовления хлебобулочных изделий, а также рисовой лапши. Может применяться рисовая мука и для изготовления кондитерских изделий и различных десертов. Особо вкусной и хрустящей получается корочка при выпекании изделий на основе этого продукта.

Из рисовой муки приготавливают различные соусы, паштеты, колбасы, кетчупы, где она используется в качестве натурального загустителя, благодаря своим желатинизирующим и влагоудерживающим свойствам.

Ее используют и для производства пельменей и мантов, отличающихся особым пикантным вкусом. Применяется она и как средства для панировки котлет, овощей и различных изделий из мяса и рыбы [69].

На сегодняшний день существует два вида производства рисовой муки: с использованием ГОСТа и произведенная по ТУ. Произведенная по ГОСТу мука используется для изготовления детского питания. Для всех остальных продуктов принято применять муку «Экстра», изготовленную по техническим условиям.

В России рисовую муку выпускают такие компании как: ООО «Самара – агро», ООО «АЛТАЙАГРО», ООО «Радуга», ООО «Солнце Юга», ООО «Гарнец» и др [40].

### 1.3.2 Льняная мука

Лен – одно из древнейших культурных растений, относится к однолетним травянистым растениям семейства льновых. В нашей стране насчитывается около 45 видов льна, в качестве масличной культуры высевают кудряш и межеумок с повышенным содержанием жиров. Единственной лимитирующей аминокислотой в семенах льна является лизин и 100 г семян льна покрывает потребность взрослого человека в данной аминокислоте лишь на 23% [87].

Специалистами Московского государственного университета технологий и управления подробно изучен фракционный состав семени белков льняной муки, рассчитаны показатели аминокислотных скоров и значения PDCASS (степени удовлетворения суточной потребности в незаменимых аминокислотах взрослого человека). Методом последовательной экстракции фракционного состава белков установлено, что преобладающими являются альбумины – до 43,6 %, солерастворимые (глобулины)–21,4 %, глютенины – 13,7%. Вследствие особенностей химического состава льна (и продуктов его переработки), доказано, что данное растительное сырье может оказывать структурообразующее и стабилизирующее действие на модельные тестовые системы. В частности, Барбашов А.В. в ходе многочисленных исследований отметил высокие водоадсорбционные свойства, повышенную жиरोудерживающую способность, растворимость, пенообразующие и эмульгирующие характеристики белков льна. [37]. Краткая характеристика льняной муки представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристика льняной муки

<b>Органолептические свойства</b>	
Внешний вид и цвет муки	Коричневый с темными с вкраплениями.
Вкус и запах	Сладковатый вкус с легкой горчинкой, легкий свойственный травянистый запах.
<b>Физико-химические показатели льняной муки</b>	
Кислотность, град	4,08
Массовая доля влаги, %	2,58
Массовая доля клетчатки, в пересчете на сухое вещество, %	25,7

Массовая доля общего сахара, в пересчете на сухое вещество, %	5,43		
<b>Пищевая и энергетическая ценность в 100 г.</b>			
Белки, г	32,4		
Жиры, г	8,8		
Углеводы, г	6,9		
Энергетическая ценность, ккал	236		
<b>Состав и содержание витаминов и минеральных веществ</b>			
Минеральные вещества		Витамины	
Se, мг	28,0	В <sub>1</sub> , мг	1,8
K, мг	819,0	В <sub>2</sub> , мг	0,18
Mg, мг	442,0	В <sub>4</sub> , мг	86,6
Fe, мг	5,3	В <sub>5</sub> , мг	1,08
Ca, мг	247,0	В <sub>9</sub> , мкг	95,7
Na, мг	29,0	C, мг	0,66
P, мг	627,0	E, мг	0,34
		K, мкг	4,73
		PP, мг	3,34

Льняную муку получают при перемалывании и обезжиривании льняного семени. Встречается мука льняная универсального назначения, мука для полезной выпечки и мука для котлет. Ощутимой разницы во вкусе в зависимости от назначения муки нет. Муку производят из разных сортов культуры: золотого (белого) льна и коричневого. Мука из золотого льна обладает более нежным и мягким вкусом. Однако на упаковке, как правило, информация о сорте отсутствует.

Полезные свойства льняной муки для организма:

- укрепляет иммунитет;
- профилактика онкологических заболеваний;
- помогает справиться с алкогольной зависимостью;
- нормализует микрофлору и стимулирует перистальтику кишечника;
- устраняет запоры и вздутие живота;
- нормализует метаболизм;
- способствует похудению;

- улучшает работу сердечно-сосудистой системы;
- снижает уровень холестерина;
- восстанавливает эластичность сосудов;
- укрепляет костную систему [3, 51].

На сегодняшний день льняную муку в России выпускают следующие компании; ООО «АЛТАЙАГРО», ООО «Свеча», ООО «АГРОРЕСУРС», ООО «Гарнец», ООО «ХЛЕБЗЕРНОПРОДУКТ» и др [64].

### 1.3.3 Кукурузная мука

Кукуруза, также маис - однолетнее травянистое культурное растение, единственный культурный представитель рода кукуруза семейства злаки.

Кукуруза является одной из распространенных сельскохозяйственных культур в мировом земледелии. Ее урожайность занимает лидирующую позицию среди других культур. Территориально, по занимаемым площадям кукуруза уступает только пшенице и рису. Кукуруза очень универсальна, поэтому ее выращивание весьма выгодно для страны. [42].

Как ценный продукт, богатый витаминами и питательными веществами, кукуруза может стать полезным дополнением к повседневному рациону, особенно это касается детей и тех, кто стремится придерживаться здорового питания [59].

В трудах Артемовой Е.Н. отмечено, что в кукурузной муке присутствует очень много витаминов, солей и минералов. Богатый список полезных веществ представлен пищевыми волокнами (природной клетчаткой) витаминами группы В, витамином Е, никотиновой кислотой, калием, железом, кальцием, каротином, магнием, крахмалом и другими компонентами [2]. Краткая характеристика кукурузной муки представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристика кукурузной муки

<b>Органолептические свойства</b>	
Внешний вид и цвет муки	Порошок желтого цвета.
Вкус и запах	Сладковатый вкус с легким молочным привкусом, без характерного запаха.
<b>Физико-химические показатели кукурузной муки</b>	
Массовая доля влаги, %, не более	15

Зольность в пересчете на сухое вещество, %, не более	0,9		
Жир в пересчете на сухое вещество, %, не более	2,5		
Кислотность муки, градусы	2		
Массовая доля металлических примесей, %	не более $3 \cdot 10^{-4}$		
Допуск посторонних примесей %	Не допускается		
<b>Пищевая и энергетическая ценность в 100 г.</b>			
Белки, г	7,2		
Жиры, г	1,5		
Углеводы, г	72,1		
Энергетическая ценность, ккал	331		
<b>Состав и содержание витаминов и минеральных веществ</b>			
Минеральные вещества		Витамины	
P, мг	109	PP, мг	1,8
K, мг	147	E, мг	0,6
Na, мг	7	B <sub>1</sub> , мг	0,35
Mg, мг	30	B <sub>2</sub> , мг	0,13
Ca, мг	20	A, мкг	33
Fe, мг	2,7		

Кукурузная мука может делаться из обычных сортов кукурузы, а может из твердых. Во втором случае она получается более качественной. Муку делают тонкого и грубого помола. Первая подходит для использования в кондитерских целях. Выпечка становится рассыпчатой и воздушной. Специфический привкус кукурузы добавляет изделиям некоторые особенности. Кукурузную муку тонкого помола смешивают с рисовой, льняной и другими видами муки. Так выпечка приобретает незабываемый вкус. Из муки грубого помола делают зернистый, рассыпчатый хлеб.

Кукурузная мука помогает людям, страдающим самыми различными заболеваниями. Изделия, приготовленные из неё, полезны людям с малокровием, тем, у кого нарушено желчевыделение или работа кишечника. Такая пища полезна еще и потому что она обладает мочегонными свойствами и выводит из организма большую часть вредных веществ и жировых накоплений [45].

Из исследований Егорова Г.А. установлено, что кукурузная мука имеет следующие полезные свойства:

- улучшает работу сердечно-сосудистой системы;
- нормализует работу кровообращения;
- укрепляет стенки сосудов, повышает их эластичность;
- замедляет процессы старения;
- содержащиеся в ней микроэлементы укрепляют кости и зубы человека [35].

В России кукурузную муку выпускают: ООО «Гарнец», ООО «ХЛЕБЗЕРНОПРОДУКТ», ОАО «Петербургский мельничный комбинат», ООО «Радуга», ООО «АЛТАЙАГРО» и др [58].

#### **1.3.4 Тыквенная мука**

Тыква - это род травянистых растений, принадлежащих к семейству тыквенные, однолетнее травянистое растение, очень распространенная бахчевая культура [39].

Тыква приносит огромную пользу человеческому организму. Не зря еще в древности люди употребляли ее плоды, стебли и цветы. Популярностью пользовались и семечки этой культуры. Сегодня они являются натуральным и доступным продуктом, способным избавить от многих заболеваний, среди которых артрит, остеопороз, сахарный диабет, простатит, повышение иммунитета и много других.

Ряд ученых (Кучерявенко И.М, Н. В. Сокол, А. С. Чечулин) в своих трудах отмечает огромную пользу тыквенной муки, которую производят из семечек. Она содержит аминокислоты, жирные насыщенные кислоты (арахиновая, бегеновая, пальмитиновая, стеариновая, миристиновая), жирные ненасыщенные кислоты (олеиновая, линоленовая, линолевая, арахидоновая, Омега-6, Омега-3), фитостерол, витамины (особенно большое количество витамина PP), минеральные соли, пищевые волокна, а также минеральные вещества – марганец, фосфор, магний, медь, цинк, железо, кремний, селен, хлор, кобальт, калий, холин, йод [46, 55]. Краткая характеристика тыквенной муки представлена в таблице 6

Таблица 6 – Характеристика тыквенной муки

<b>Органолептические свойства</b>			
Внешний вид и цвет муки		Порошкообразный продукт коричнево – зеленого цвета.	
Вкус и запах		Сладковатый вкус с ореховым привкусом, легкий травянистый запах.	
<b>Физико-химические показатели тыквенной муки</b>			
Кислотность, град		3,06	
Массовая доля влаги, %, не более		9	
Массовая доля металлических примесей, %, не более		0,0003	
Допуск посторонних примесей, %		Не допускается	
<b>Пищевая и энергетическая ценность в 100 г.</b>			
Белки, г		43	
Жиры, г		10	
Углеводы, г		35	
Энергетическая ценность, ккал		400	
<b>Состав и содержание витаминов и минеральных веществ</b>			
Минеральные вещества		Витамины	
К, мг	809	В <sub>1</sub> , мг	0.273
Mg, мг	592	В <sub>2</sub> , мг	0.153
Fe, мг	8,82	В <sub>4</sub> , мг	63
Se, мкг	9,4	С, мг	1.9
Zn, мг	7,81	Е, мг	2.18
P, мг	1233	РР, мг	4,987

Тыквенная мука имеет следующие лечебные свойства:

- борется с депрессией и стрессом;
- уменьшает боль в суставах;
- способствует скорейшему заживлению ран;
- снижает плохой холестерин в крови;
- борется с воспалениями;
- нормализует обмен веществ;
- стимулирует работу кишечника;
- укрепляет иммунитет;
- нормализует артериальное давление.



В настоящее время тыквенную муку в России выпускают следующие компании: ООО «Агроснаб», ООО «Бородинское», ООО «Виктория», ООО «Эркон», ООО «Вкусы здоровья» и др [65].

Таким образом, кукурузная, рисовая, льняная и тыквенная мука являются источниками витаминов, минеральных веществ, аминокислот, обладают лечебными свойствами, благотворительно влияют на пищеварительную систему. По своим технологическим свойствам данные виды муки могут конкурировать с пшеничной мукой. На российском рынке кукурузная, рисовая, льняная и тыквенная мука представлены в широком ассортименте, что не составляет трудностей в приобретении.

Нами был выбран первый способ. При разработке кексов мы использовали следующие безглютеновые виды муки: рисовая, льняная, кукурузная, тыквенная. При выборе основных компонентов нашей продукции, руководствовались пищевой ценностью и функциональными свойствами объекта.

## 2 Экспериментальная часть

### 2.1 Объект, материалы и методы исследования

**Объектом исследований** являлись кексы из композиционной смеси кукурузной и рисовой муки, кукурузной и тыквенной муку, льняной и рисовой муки. В качестве контрольного образца была взята рецептура кекса «Орехового» из сборника рецептов мучных кондитерских и булочных изделий (Павлов А.В.) [60].

Таблица 7 – Рецептура кекса «Орехового»

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 10 кг готовых изделий, г	
		В натуре	В сухих веществах
Мука пшеничная	85,50	3745,0	79,9
Сахар – песок	99,85	2430,0	24,1
Маргарин	84,00	2173,0	18,8
Яйца	27,00	1976,0	5,3
Арахис	94,00	988,0	9,1
Пудра рафинадная	99,85	119,0	1,1
Ванилин	99,00	19,8	0,2
Аммоний углекислый	0,00	9,9	0,0
Итого	-	11469,7	9042,4
Выход	85,00	10000,0	8500,0

Влажность  $15,00 \pm 3,0$  %

#### Технология приготовления

Размягченный маргарин взбивают с сахаром-песком в течение 10-15 мин, добавляют яйца и продолжают взбивание еще 10-15 мин. Во взбитую массу добавляют измельченные орехи, ванилин, аммоний, всыпают муку и тщательно перемешивают.

Тесто раскладывают в подготовленные формы и выпекают при температуре 160-185°C в течение 80-100 мин. Готовые кексы посыпают рафинадной пудрой.

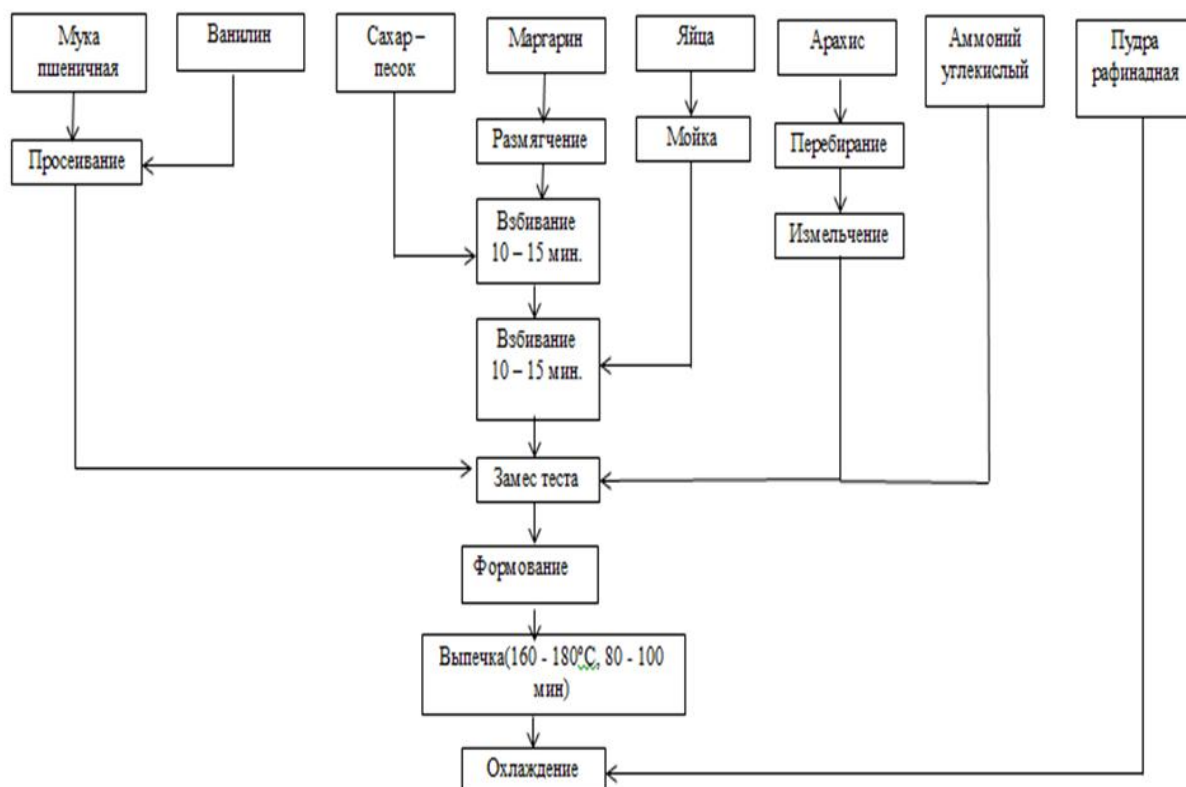


Рисунок 2 – Технологическая схема приготовления кекса «Орехового»

### Материалы:

1. Мука кукурузная «Гарнец» (ООО «Гарнец») ТУ 9293 – 002 – 43175543 – 03 [79];
2. Мука рисовая «Гарнец» (ООО «Гарнец») СТО 53548590-019-2013 [73];
3. Мука льняная «С. Пудовъ» (ООО «ХЛЕБЗЕРНОПРОДУКТ») СТО 53548590 – 020 – 2013 [74];
4. Мука тыквенная «Масляный король» (ООО «Виктория») ТУ 9146 – 015 – 70834238 – 09 [78];
5. Мука пшеничная «МАКФА» ОАО «МАКФА» ГОСТ Р 52189 – 2003 [16];
6. Сахар – песок «Русский сахар» ОАО «Валуйкисахар» ГОСТ 33222 – 2015 [18];
7. Яйца куриные пищевые АО «Лысогорская птицефабрика» ГОСТ 31654 – 2012 [19];
8. Маргарин «Пышка» 82% ООО «Маргариновый завод» ГОСТ 32188 – 2013 [20];

9. Масло сливочное 82, 5% «Вкуснотеево» ПАО Молочный комбинат «Воронежский» ГОСТ 32261 – 2013 [21];
10. Ванилин «Д – р Откер» ЗАО «Д – р Откер» ГОСТ 16599 – 71 [22];
11. Ядра арахиса «Ореховая роща» ООО «ТД – холдинг» ТУ 10.39.23. – 002 – 52230123 – 2016 [80];
12. Аммоний углекислый ООО «ХПК – ГРУПП» ГОСТ 3770 – 75 [23];
13. Пудра рафинадная «7 блюд» ОАО «Агоимпорт» ГОСТ 31895 – 2012 [24].

**Методы исследований:**

1. Органолептические исследования проводили по ГОСТ 31986 - 2012 «Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания» [10];
2. Инструментальная оценка запаха изделий проводилась на лабораторном анализаторе запахов «МАГ-8» с методологией «электронный нос» (производство Россия) [41];
3. Исследование реологических свойств тестовых заготовок разработанных смесей проводили с помощью прибора Миксолаб [34];
4. Содержание влаги в опытных образцах определяли, высушивая навески в сушильном шкафу по ГОСТ 5900 – 14 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ» [12];
5. Определение массовой доли жира в опытных образцах определяли рефрактометрическим методом по ГОСТ 31902 – 2012 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли жира» [11];
6. Содержание сахара в кексах определяли перманганатным методом по ГОСТ 5903-89 «Изделия кондитерские. Методы определения сахара» [14];
7. Содержание золы, нерастворимой в растворе соляной кислоты с массовой долей 10% в образцах определяли по ГОСТ 5901 – 2014 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли золы и металломагнитной примеси» [13];

8. Содержание щелочности определяли методом титрования по ГОСТ 5898-87 «Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности [17];
9. Количество мезофильных аэробных и факультативно – анаэробных микроорганизмов определяли в соответствии с ГОСТ 10444.15 – 94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно – анаэробных микроорганизмов» [25];
10. Наличие бактерий группы кишечной палочки определяли по ГОСТ 31747 – 2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)» [26];
11. Наличие дрожжей и плесневых грибов определяли по ГОСТ 10444.12 – 2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов» [27];
12. Наличие бактерий рода *Salmonella* определяли по ГОСТ 31659-2012 «Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*» [28];
13. Экспериментальные исследования с лабораторными животными выполнены в соответствии с требованиями Федерального закона от 01.01.1997 г. «О защите животных от жестокого обращения» и положениями Европейской конвенции по защите позвоночных животных (Страсбург, 18.03.1986 г.). Лабораторных животных содержали, кормили и выдерживали карантин по общепринятым методикам [84];
14. Биохимические исследования сыворотки крови крыс проводили на биохимическом анализаторе «BioChem SA». Для проверки и подтверждения правильности и точности определения биохимических показателей, использовали контрольную сыворотку для биохимических исследований по ТУ 9398-022-09807247-2009, ООО «HOSPITEX DIAGNOSTICS». Исследование морфологического состава

- периферической крови проводили на гематологическом анализаторе MicroCC 20 vet [62];
15. Микробиологические исследования содержимого кишечника лабораторных животных были определены по стандартным методикам [9];
  16. Определение количественного содержания глютена в разработанных изделиях проводили с использованием иммуноферментной тест – системы RIDASCREEN Gliadin competitive [54];
  17. Расчет пищевой и энергетической ценности проводили по справочнику В.А. Тутельяна «Химический состав российских пищевых продуктов» [85];
  18. Маркетинговые исследования проводили по ГОСТ Р ИСО 20252 – 2014 «Исследование рынка, общественного мнения и социальных проблем» [29];
  19. Оценку экономической эффективности производства разработанных безглютеновых кексов проводили по методике, описанной О.Н. Гегечкори [8].

## **2.2 Результаты исследования и их обсуждение**

### **2.2.1 Подбор компонентов и технологических режимов аглютеновых кексов**

Для подбора рецептурного состава аглютеновой смеси при производстве кексов в качестве основного сырья были использованы мучные композиции, включающие в свой состав рисовую, кукурузную, льняную и тыквенную муку.

При разработке состава композиционных смесей для кексов было приготовлено порядка 20 – ти вариантов образцов с различным соотношением муки. В ходе эксперимента были отобраны наилучшие образцы [15]. Составы, отобранных первоначально, композиционных смесей были занесены в таблицу 8.

Таблица 8 - Варианты опытных образцов разработанных аглютеновых кексов.

№ образца	Состав композитной смеси	Соотношение ингредиентов	Оценка
1	кукурузная : рисовая	1 : 0,3	2,8 ± 0,03
2	кукурузная : рисовая	1 : 0,5	3,3 ± 0,02
3	кукурузная : рисовая	1 : 0,7	3,8 ± 0,01
<b>4</b>	<b>кукурузная : рисовая</b>	<b>1 : 1</b>	<b>5,0 ± 0,00</b>
5	кукурузная : рисовая	0,5 : 1	3,1 ± 0,03
6	кукурузная : рисовая	0,7 : 1	3,2 ± 0,03
7	кукурузная : рисовая	0,9 : 1	2,9 ± 0,01
8	кукурузная : тыквенная	1 : 0,2	2,8 ± 0,01
9	кукурузная : тыквенная	1 : 0,5	3,8 ± 0,02
10	кукурузная : тыквенная	1 : 0,7	3,8 ± 0,03
<b>11</b>	<b>кукурузная : тыквенная</b>	<b>1 : 1</b>	<b>5,0 ± 0,00</b>
12	кукурузная : тыквенная	0,5 : 1	2,7 ± 0,03
13	кукурузная : тыквенная	0,7 : 1	2,7 ± 0,02
14	льняная : рисовая	1 : 0,2	2,5 ± 0,03
15	льняная : рисовая	1 : 0,5	3,0 ± 0,02
16	льняная : рисовая	1 : 0,7	3,1 ± 0,01
17	льняная : рисовая	1 : 1	3,0 ± 0,02
18	льняная : рисовая	1 : 1,5	3,5 ± 0,01
19	льняная : рисовая	1 : 2	3,5 ± 0,01
<b>20</b>	<b>льняная : рисовая</b>	<b>1 : 2,3</b>	<b>5,0 ± 0,00</b>

В результате сравнения органолептических показателей были отобраны опытные изделия из композиционных смесей: образец № 4 из кукурузной и рисовой муки, № 11 из кукурузной и тыквенной муки, № 20 из льняной и рисовой муки (таблица 8).

В процессе приготовления аглютеновых кексов нами было принято решение заменить маргарин на сливочное масло и увеличить его вводимое количество в 2,5 раза, т.к. кексы на сливочном масле обладали наилучшими вкусовыми качествами.

В ходе эксперимента нами было отмечено, что для опытных изделий из композиционных смесей кукурузной и рисовой муки, кукурузной и тыквенной муки тестовую заготовку необходимо охладить при температуре 6 – 8 °С в течение 60 минут, а тестовую заготовку из льняной и рисовой муки необходимо охладить при температуре 6 – 8 °С в течение 120 минут. Это связано с тем, что

происходило набухание крахмальных зерен и в дальнейшем в процессе разделки теста исчезла липкость теста, а после тепловой обработки изделия становились пышными.

Сравнительный анализ аглютеновых кексов по органолептическим показателям занесен в таблицы 9-11, исходя из состава композиционных смесей.

Таблица 9 – Органолептическая характеристика исследуемых аглютеновых кексов из кукурузной и рисовой муки.

Показатели	Контроль	Кукурузная/ рисовая		
		Образец №2	Образец №3	Образец №4
1	2	3	4	5
Вкус и запах	Изделия со сладким вкусом и характерным ароматом арахиса, без посторонних привкусов и запахов	Сдобный вкус, суховатый, с ароматом арахиса, без посторонних включений	Сдобный вкус, суховатый, с ароматом арахиса, без посторонних включений	В меру сладкий, сдобный, с ароматом арахиса, без посторонних включений
Поверхность	Верхняя - выпуклая, с характерными трещинами, посыпанная рафинадной пудрой, с наличием явно выраженной боковой поверхности.	Верхняя – неподнявшаяся, с трещинами, посыпанная рафинадной пудрой. На боковой поверхности также выраженные трещины.	Верхняя – не достаточно поднявшаяся, с трещинами, посыпанная рафинадной пудрой. На боковой поверхности присутствуют трещины.	Верхняя – выпуклая, с характерными трещинами, посыпанная рафинадной пудрой. Боковая поверхность, ровная, без трещин.
Вид в изломе	Пропеченное изделие без комочков, следов непромеса, с равномерной пористостью, без пустот, равномерно распределенным арахисом.	Пропеченное изделие, без комочков, следов непромеса, с не ярко выраженной пористостью.	Пропеченное изделие, без комочков, следов непромеса, с не ярко выраженной пористостью.	Пропеченное изделие, без комочков, следов непромеса, с равномерной пористостью, с равномерно распределенным арахисом.
Структура	Мягкая, связанная, разрыхленная, пористая, без пустот и уплотнений.	Сухая, рассыпчатая	Сухая, рассыпчатая	Мягкая, рассыпчатая, без уплотнений.



Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5
Форма	Правильная, с выпуклой верхней поверхностью.	Не держит заданную круглую форму.	Не держит заданную круглую форму.	Держит заданную круглую форму, верхняя поверхность выпуклая.

В ходе органолептической оценки было установлено, что при введение кукурузной и рисовой муки с соотношением 1 : 0,5 (образец № 2) вкус кексов был суховатым. Верхняя поверхность не поднялась, а боковая – с множеством трещин, такой кекс не держал заданную круглую форму. Вид в изломе у изделий был не пористым и плотным, что отразилось на структуре, которая была сухой и рассыпчатой.

При введение кукурузной и рисовой муки с соотношением 1 : 0,7 (образец № 3) и увеличенным количеством сливочного масла характеристики стали наиболее лучше, но так же с присутствием дефектов. Вкус остался суховатым. Верхняя поверхность кексов поднялась недостаточно, и появились небольшие характерные для кекса трещины. На боковой поверхности – множество трещин, не держал заданную круглую форму и не имел ярко выраженную пористость, а структуре был сухим и рассыпчатым.

При введение кукурузной и рисовой муки с соотношением 1 : 1 (образец № 4), с увеличенной концентрацией сливочного масла, а также после охлаждения тестовой заготовки органолептические показатели соответствовали контрольному образцу. Вкус стал в меру сладкий, без сухости, верхняя поверхность приобрела пышную шапку, появились характерные трещины. Боковая поверхность стала ровной, без трещин, держал круглую форму. Вид в изломе был пористый, с равномерным распределением арахиса, структура готового изделия мягкая и без уплотнений.

На рисунке 3 представлена органолептическая оценка всех трех образцов разработанных аглютеновых кексов, в том числе и контрольного кекса из пшеничной муки.

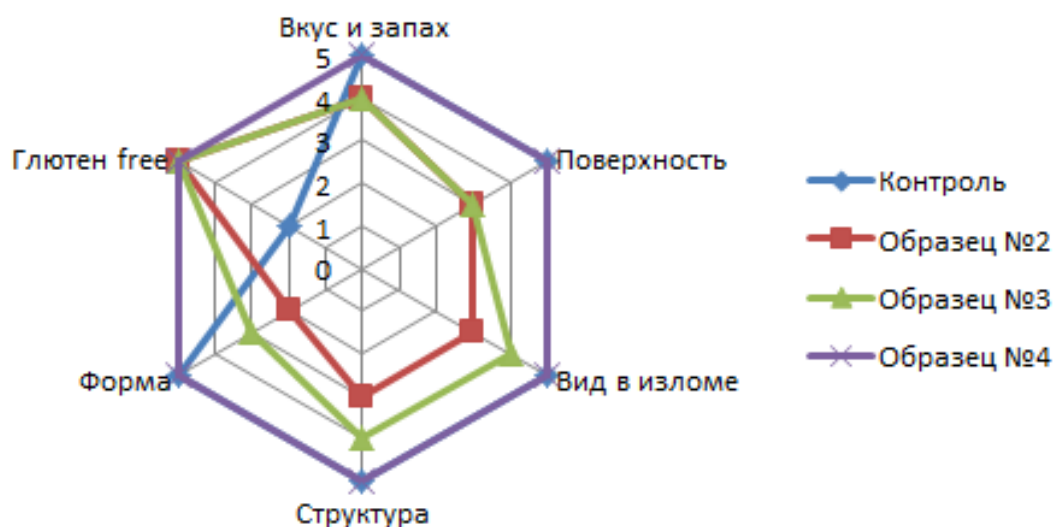


Рисунок 3 – Органолептический профиль разработанных образцов аглютеновых кексов из кукурузной и рисовой муки.



Рисунок 4 – Аглютеновый кекс из смеси кукурузной и рисовой муки (образец №4).

Таблица 10 – Органолептическая характеристика исследуемых аглютеновых кексов из кукурузной и тыквенной муки.

Показатели	Контроль	Кукурузная/ тыквенная		
		Образец №8	Образец №9	Образец №11
Вкус и запах	Изделия со сладким вкусом и характерным ароматом арахиса, без посторонних привкусов и запахов	Горький вкус, с ароматом арахиса.	Сдобный вкус, в меру сладкий, с неярким привкусом горечи, арахиса.	Сдобный вкус, в меру сладкий, без горечи, арахиса, без посторонних включений.
Поверхность	Верхняя - выпуклая, с характерными трещинами, посыпанная рафинадной пудрой, с наличием явно выраженной боковой поверхности.	Верхняя – неподнявшаяся, отсутствуют трещины, посыпанная рафинадной пудрой.	Верхняя – неподнявшаяся, присутствуют небольшие трещины, посыпанная рафинадной пудрой.	Верхняя – выпуклая, с характерными трещинами, посыпанная рафинадной пудрой. Боковая поверхность, ровная, без трещин.
Вид в изломе	Пропеченное изделие без комочков, следов непромеса, с равномерной пористостью, без пустот, равномерно распределенным арахисом.	Пропеченное изделие, нет характерной пористости.	Пропеченное изделие, с не ярко выраженной пористостью.	Пропеченное изделие, без комочков, следов непромеса, с равномерной пористостью, с равномерно распределенным арахисом.
Структура	Мягкая, связанная, разрыхленная, пористая, без пустот и уплотнений.	Плотная, затянута.	Плотная, затянута.	Мягкая, рассыпчатая, без пустот.
Форма	Правильная, с выпуклой верхней поверхностью.	Изделие оседает в форме.	Держит заданную круглую форму, верхняя поверхность ровная, не поднявшаяся.	Держит заданную круглую форму, верхняя поверхность выпуклая.

В результате органолептической оценки разрабатываемых аглютеновых кексов из кукурузной и тыквенной муки было установлено, что при введении муки с соотношением 1 : 0,2 (образец № 8) вкус был горьким, верхняя поверхность неподнявшаяся и без характерных трещин, боковая поверхность не выражена, без трещин. Кекс оседал в форме, структура была плотная и затянута. Вид в изломе – без свойственной пористости.

При введении кукурузной и тыквенной муки с соотношением 1 : 0,5 (образец № 9) и с увеличенным количеством сливочного масла характеристики стали наиболее лучше, но с присутствием дефектов. Вкус стал более мягким, в меру сладким, но с послевкусием горечи. Верхняя поверхность недостаточно поднявшаяся, с характерными трещинами, боковая – выраженная, с небольшими трещинами. Структура мякиша плотная, затянута. Вид в изломе был с присутствием небольшой пористости. Кекс держал заданную ему круглую форму.

При введении кукурузной и тыквенной муки с соотношением 1 : 1 (образец №11), с увеличенной концентрацией сливочного масла в 2,5 раза и после охлаждения тестовой заготовки органолептические показатели стали наилучшими. Вкус стал сдобный, в меру сладкий и без горечи. Верхняя поверхность выпуклая, со свойственными трещинами, боковая поверхность ровная, без трещин. Кекс держал круглую форму. По структуре был мягкий, рассыпчатый, без пустот. На виде в изломе присутствовала равномерная пористость.

На рисунке 5 представлена профилограмма всех трех образцов аглютеновых кексов в сравнении с контрольным кексом из пшеничной муки.

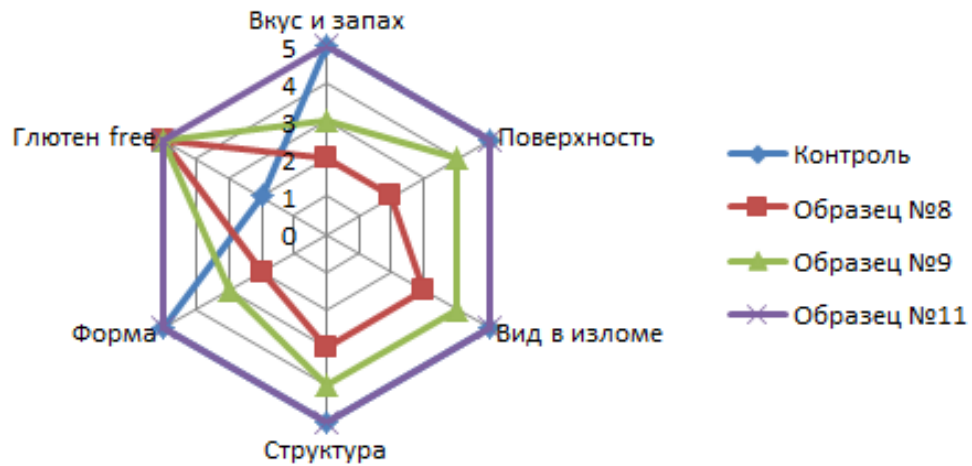


Рисунок 5 – Органолептический профиль разработанных образцов аглютенных кексов из кукурузной и тыквенной муки.



Рисунок 6 – Аглютенный кекс из смеси кукурузной и тыквенной муки (образец №11).

Таблица 11 – Органолептическая характеристика исследуемых аглютеновых кексов из рисовой и льняной муки.

Показатели	Контроль	Льняная/ рисовая		
		Образец №15	Образец №17	Образец №20
Вкус и запах	Изделия со сладким вкусом и характерным ароматом арахиса, без посторонних привкусов и запахов	Вкус непропеченного теста, запах арахиса.	Сдобный вкус, присутствует привкус непропеченности, с ароматом арахиса.	Сдобный вкус, в меру сладкий, с ароматом арахиса, без посторонних включений.
Поверхность	Верхняя - выпуклая, с характерными трещинами, посыпанная рафинадной пудрой, с наличием явно выраженной боковой поверхности.	Верхняя – ровная, отсутствуют характерные трещины.	Верхняя – не поднявшаяся, присутствуют небольшие трещины, посыпанная рафинадной пудрой.	Верхняя – выпуклая, с характерными трещинами, посыпанная рафинадной пудрой. Боковая поверхность, ровная, без трещин.
Вид в изломе	Пропеченное изделие без комочков, следов непромеса, с равномерной пористостью, без пустот, равномерно распределенным арахисом.	Изделие внутри с непропеченным мякишем, без пористости.	Изделие внутри с непропеченным мякишем, присутствует пористость.	Пропеченное изделие, без комочков, следов непромеса, с равномерной пористостью, с равномерно распределенным арахисом.
Структура	Мягкая, связанная, разрыхленная, пористая, без пустот и уплотнений.	Плотная, с липким мякишем.	Плотная, с включением в центре изделия липкого мякиша,затянутая.	Мягкая, рассыпчатая, без уплотнений.
Форма	Правильная, с выпуклой верхней поверхностью.	Изделие расплывчатой формы.	Держит заданную круглую форму, верхняя поверхность ровная, не поднявшаяся.	Держит заданную круглую форму, верхняя поверхность выпуклая.

В ходе органолептической характеристики аглютеновых кексов из льняной и рисовой муки было отмечено, что при добавлении муки с соотношением 1 : 0,5 (образец № 15) вкус был непропеченного теста; верхняя поверхность ровная и без наличия трещин, свойственных кексу; боковая поверхность не выражена, что отразилось на форме – кекс имел расплывчатый вид; структура мякиша была плотной, липкой; на виде в изломе наблюдали непропеченный мякиш и отсутствие пористости.

При введении в разрабатываемые кексы из льняной и рисовой муки в соотношении 1 : 1 (образец № 17) и с добавлением увеличенного количества сливочного масла в 2,5 раза было установлено, что вкус у таких кексов стал сдобным, но с тем же дефектом непропеченного теста; верхняя поверхность неподнявшаяся, с наличием незначительных трещин; боковая поверхность ровная; на виде в изломе наблюдали непропеченный мякиш; структура мякиша у данного образца была затянута, с включением липкого центра; заданную круглую форму кекс держал.

При добавлении в аглютеновые кексы из льняной и рисовой муки в соотношении 1 : 2,3 (образец № 20) с увеличенным количеством сливочного масла в 2,5 раза, а также с охлаждением тестовой заготовки органолептические показатели были наилучшими. Вкус – сдобный, в меру сладкий, с привкусом арахиса; верхняя поверхность пышная, с трещинами, боковая поверхность ровная, без трещин; на виде в изломе наблюдали выраженную пористость, нет следов непромеса, равномерное распределение арахиса; структура мякиша кекса была мягкой, рассыпчатой, без уплотнений; данный образец кекса держал заданную круглую форму.

На рисунке 7 представлена профилограмма разработанных аглютеновых кексов из композиционной смеси льняной и рисовой муки и контрольного образца из пшеничной муки.

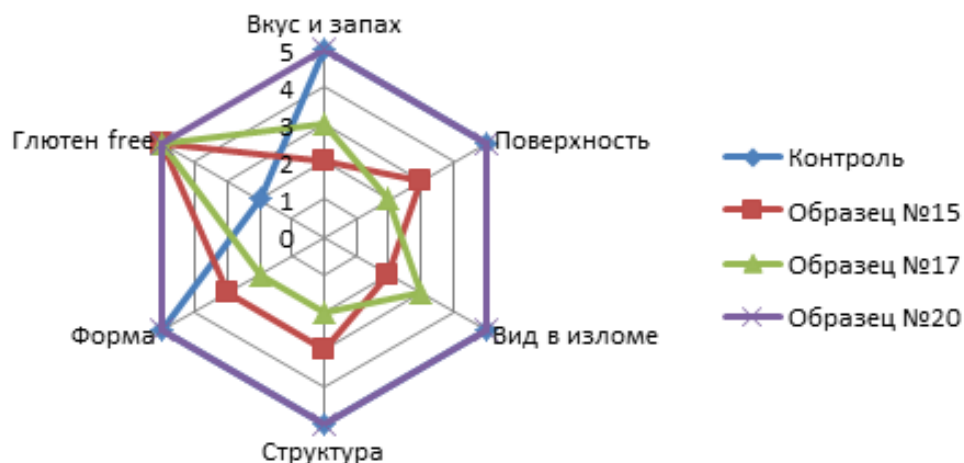


Рисунок 7– Органолептический профиль разработанных образцов аглютеновых кексов из льняной и рисовой муки.



Рисунок 8– Аглютеновый кекс из смеси льняной и рисовой муки.

Таким образом, нами были разработаны рецептуры аглютеновых кексов из композиционных смесей с оптимальным соотношением муки: кукурузной и рисовой – 1 : 1 (образец № 4), кукурузной и тыквенной муки - 1 : 1 (образец № 11), льняной и рисовой муки – 1 : 2,3 (образец № 20); определены органолептические показатели наилучших образцов; подобраны технологические режимы охлаждения тестовых заготовок: из смеси кукурузной



и рисовой муки, кукурузной и тыквенной муки – 60 минут при температуре 6 – 8 °С; из смеси льняной и рисовой муки – 120 минут при температуре 6 – 8 °С.

Формирование клейковины – сложный процесс, представляющий агрегацию молекул глютенина и глиадина за счет образования водородных, гидрофобных или дисульфидных связей, проникновения в этот комплекс липидов, жиров, углеводов и растворимых белков. При добавлении воды к муке происходит направленная ориентация молекул белка и образование сплошной сети с включенными в нее крахмальными биополимерами [56].

В связи с тем, что в безглютеновых видах муки отсутствуют белки глиадин и глютенин, которые отвечают за упругость, эластичность, пористость теста, то для такого теста необходимо подбирать другие технологии.

Поэтому рецептура и технология приготовления безглютеновых кексов была усовершенствована:

- произведена замена маргарина на сливочное масло;
- после замеса теста охлаждали тестовые заготовки.

В ходе эксперимента было установлено, что при замене маргарина на сливочное масло безглютеновые кексы отличались наилучшими показателями. Как было отмечено ранее, вкус кексов стал намного нежнее, появилось сливочное послевкусие, и нет той сухости, которая присутствовала в кексах с маргарином. Структура стала мягкой и рассыпчатой (таблицы 9 - 11). Компонентный состав отобранных, в результате органолептического анализа, безглютеновых кексов № 4, № 11, № 20 представлен в таблицах 12 - 14.

Таблица 12 – Рецептура кекса из смеси кукурузной и рисовой муки

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 10 кг готовых изделий, г	
		В натуре	В сухих веществах
1	2	3	4
Мука кукурузная	85,00	1877,0	1595,4
Мука рисовая	91,00	1877,0	1708,1
Сахар – песок	99,85	2430,0	2426,4
Масло сливочное	83,80	3600,0	3016,8

1	2	3	4
Яйца	27,00	1976,0	533,5
Арахис	94,00	988,0	928,7
Пудра рафинадная	99,85	119,0	118,8
Ванилин	99,00	19,8	19,60
Аммоний углекислый	0,00	9,9	0,0
Масса теста, г		12896,7	10347,0
Потери при тепловой обработке, %		10	10
Выход после тепловой обработки, г		11607,0	9312,3

Влажность  $13,52 \pm 0,05\%$

### Технология приготовления

Размягченное сливочное масло взбивают с сахаром-песком в течение 10-15 мин, добавляют яйца и продолжают взбивание еще 10-15 мин. Во взбитую массу добавляют измельченные орехи, ванилин, аммоний, всыпают муку и тщательно перемешивают. Полученное тесто охлаждают при температуре 6 – 8 °С 60 минут. Тесто раскладывают в подготовленные формы и выпекают при температуре 160 °С в течение 15 - 25 мин. Готовые кексы посыпают рафинадной пудрой.

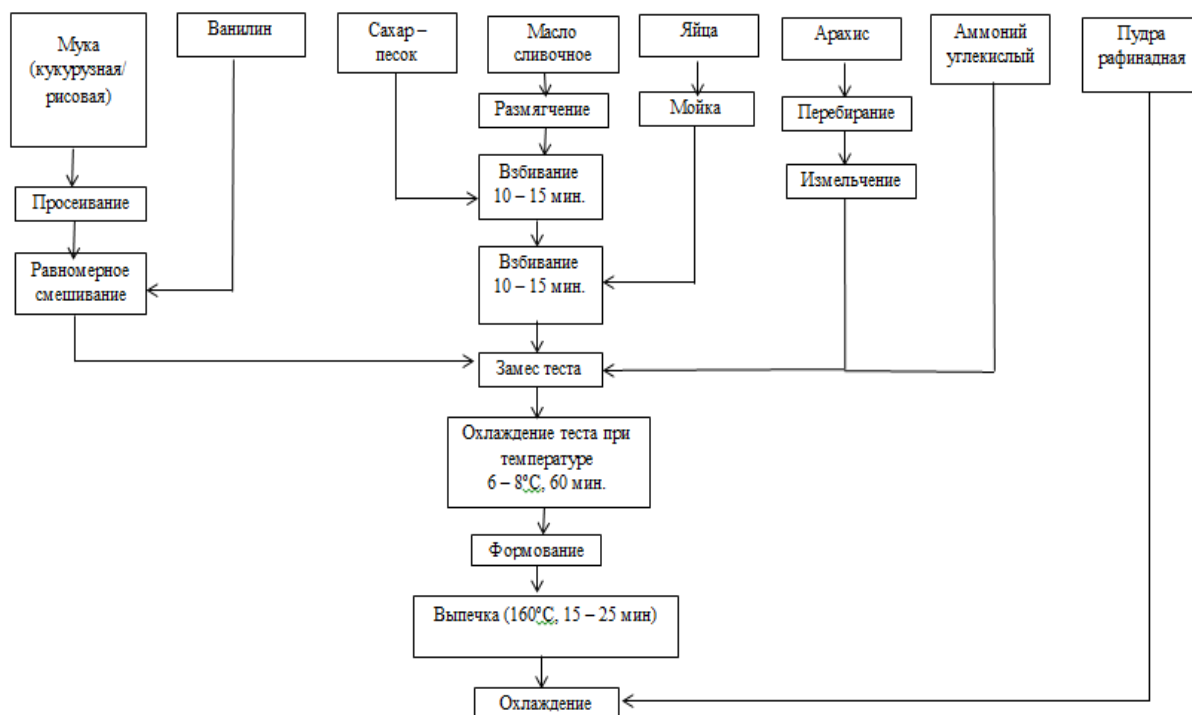


Рисунок 9 – Технологическая схема приготовления разработанных аглютеновых кексов из смеси кукурузной и рисовой муки

Таблица 13 – Рецептúra кекса из смеси кукурузной и тыквенной муки.

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 10 кг готовых изделий, г	
		В натуре	В сухих веществах
Мука кукурузная	85,00	1877,0	1595,4
Мука тыквенная	85,00	1877,0	1708,1
Сахар – песок	99,85	2430,0	2426,4
Масло сливочное	83,80	3600,0	3016,8
Яйца	27,00	1976,0	533,5
Арахис	94,00	988,0	928,7
Пудра рафинадная	99,85	119,0	118,8
Ванилин	99,00	19,8	19,60
Аммоний углекислый	0,00	9,9	0,0
Масса теста, г		12896,7	10347,0
Потери при тепловой обработке, %		10	10
Выход после тепловой обработки, г		11607,0	9312,3

Влажность 14,15 ± 0,03 %

#### Технология приготовления

Размягченное сливочное масло взбивают с сахаром-песком в течение 10-15 мин, добавляют яйца и продолжают взбивание еще 10-15 мин. Во взбитую массу добавляют измельченные орехи, ванилин, аммоний, всыпают муку и тщательно перемешивают. Полученное тесто охлаждают при температуре 6 – 8 °С 60 минут. Тесто раскладывают в подготовленные формы и выпекают при температуре 160 °С в течение 15 - 25 мин. Готовые кексы посыпают рафинадной пудрой.

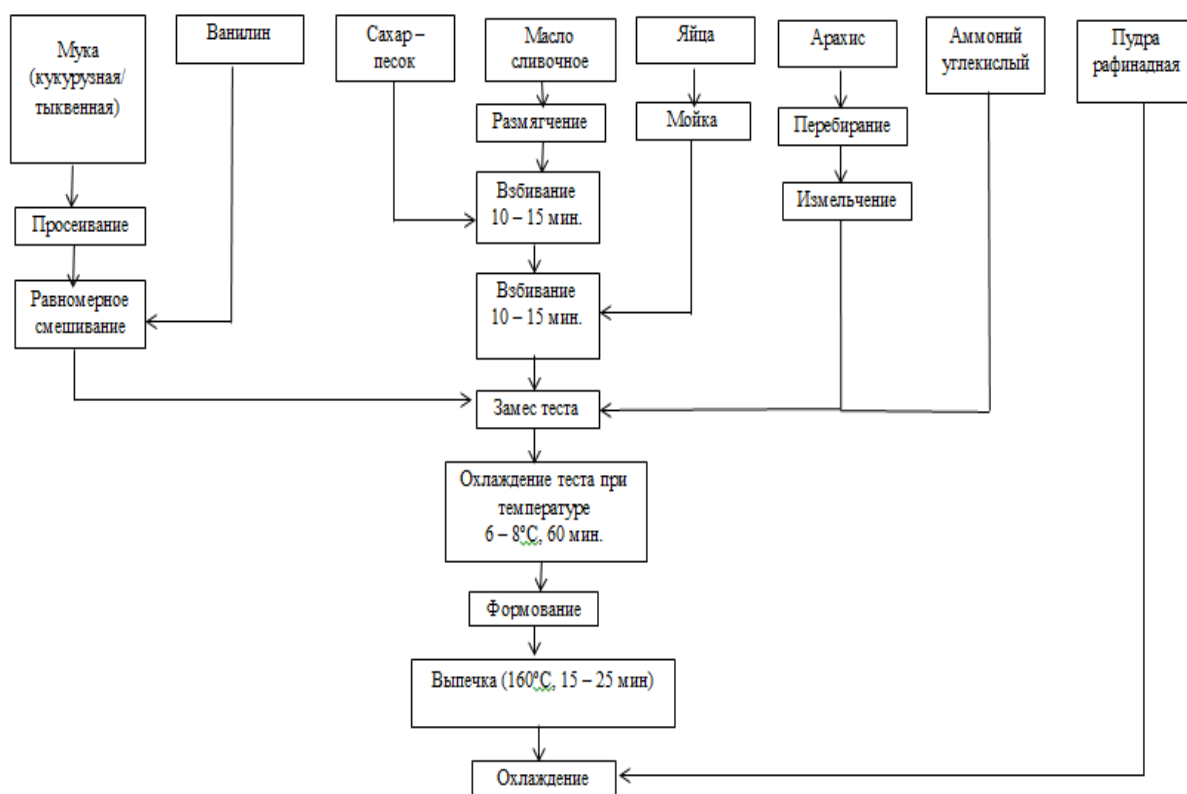


Рисунок 10 – Технологическая схема приготовления разработанных аглютеновых кексов из смеси кукурузной и тыквенной муки

Таблица 14 – Рецептúra кекса из смеси льняной и рисовой муки.

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 10 кг готовых изделий, г	
		В натуре	В сухих веществах
Мука льняная	97,42	1126,2	1097,14
Мука рисовая	91,00	2627,8	2391,29
Сахар – песок	99,85	2430,0	2426,35
Масло сливочное	83,80	3600,0	3016,80
Яйца	27,00	1976,0	533,52
Арахис	94,00	988,0	928,7
Пудра рафинадная	99,85	119,0	118,8
Ванилин	99,00	19,8	19,60
Аммоний углекислый	0,00	9,9	0,0
Масса теста, г		12896,7	10532,20
Потери при тепловой обработке, %		12,5	12,5
Выход после тепловой обработки, г		11284,6	9215,7

Влажность  $16,53 \pm 0,05$  %

## Технология приготовления

Размягченное сливочное масло взбивают с сахаром-песком в течение 10-15 мин, добавляют яйца и продолжают взбивание еще 10-15 мин. Во взбитую массу добавляют измельченные орехи, ванилин, аммоний, всыпают муку и тщательно перемешивают. Полученное тесто охлаждают при температуре 6 – 8 °С 120 минут. Тесто раскладывают в подготовленные формы и выпекают при температуре 160 °С в течение 15 - 25 мин. Готовые кексы посыпают рафинадной пудрой.

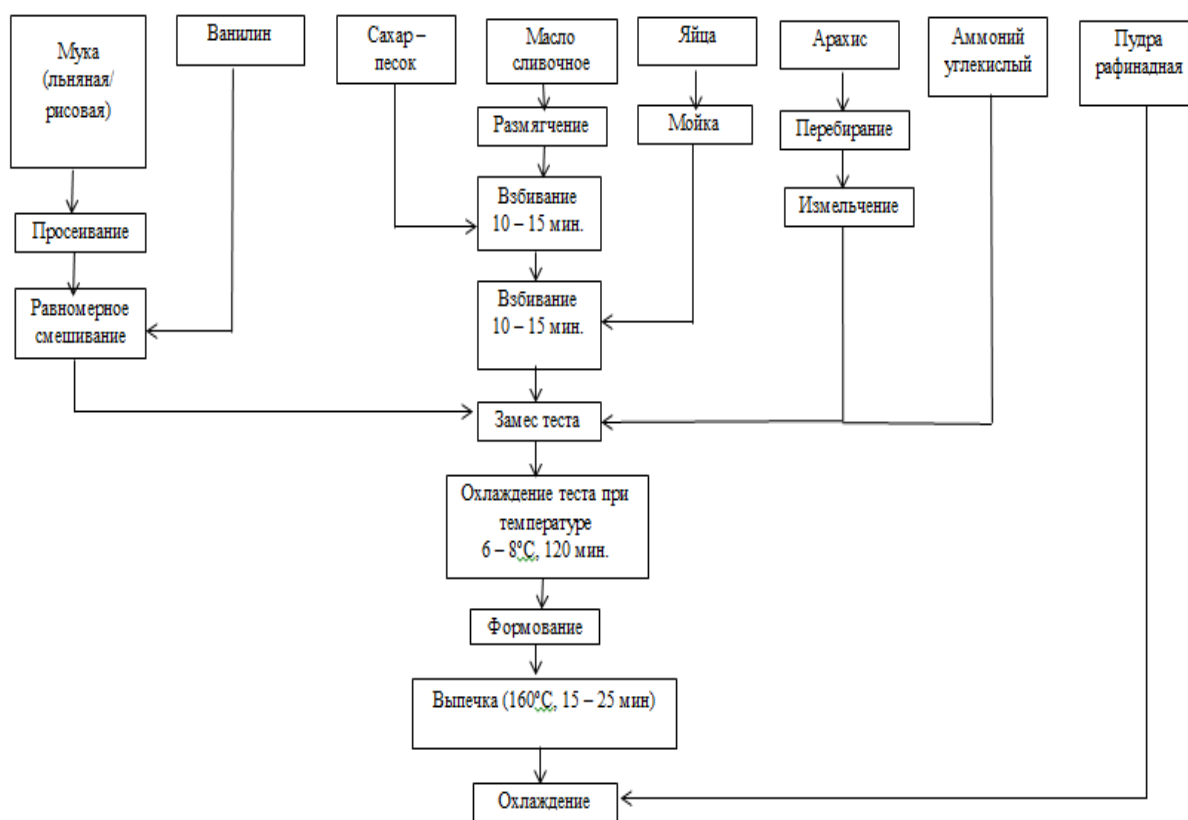


Рисунок 11 – Технологическая схема приготовления разработанных аглютеновых кексов из смеси льняной и рисовой муки

Исходя из данных представленных в таблицах 12 – 14 и на рисунках 12–14 можно отметить основные изменения в рецептуре и технологии приготовления разработанных аглютеновых кексах:

1. Заменяли маргарин на сливочное масло. Увеличили его количество в 2,5 раза;

2. После замеса тесто охлаждали при температуре 6 – 8 °С – тесто из смеси кукурузной и рисовой муки, кукурузной и тыквенной муки – 60 минут; из смеси льняной и рисовой муки – 120 минут.
3. Изменили температуру и время выпечки кексов: 160 °С в течение 15 – 25 минут.

### **2.2.2 Инструментальная оценка запаха изделий на лабораторном анализаторе запахов «МАГ-8» с методологией «электронный нос»**

Сенсоры – измерительные чувствительные элементы в приборе «электронный нос», на которые нанесены тонкие пленки сорбентов. Тонкие пленки подобраны так, чтобы сорбировать (извлекать) из воздуха в около сенсорном пространстве в ячейке детектирования определенные группы органических легколетучих соединений. В результате взаимодействия изменяется частота колебаний сенсоров, которая фиксируется в программном обеспечении. Чем больше изменение частоты колебаний, тем больше соединений находилось в пробе и соответственно в образце [47]. Общий вид установки представлен на рисунке 12. Для обеспечения разной избирательности и детектирования наибольшего числа легко летучих соединений (ЛЛС), эмитирующихся из проб, применяли 8 разнохарактерных сенсора с инжекторным вводом равновесной газовой фазы над пробами в закрытую ячейку детектирования электронного носа «МАГ-8» (производство ООО «СНТ», Россия). Все сенсоры изготовлены, натренированы и стабилизированы в парах ЛЛС различной природы.



Рисунок 12 - Общий вид рабочего места с анализатором «МАГ-8»

Были применены сенсоры на основе пьезокварцевых резонаторов ОАВ-типа с базовой частотой колебаний 10,0-14,0 МГц с разнохарактерными пленочными и наноструктурированными сорбентами на электродах [99].

Покрытия выбраны в соответствие с задачей испытаний (возможная эмиссия из проб разных органических соединений).

Сенсор 1 – Поливинилпирролидон, ПВП

Сенсор 2 – Полиэтиленгликоль сукцинат, ПДЭГС

Сенсор 3 – Дициклогексан-18-Краун-6, ДЦГ18К6

Сенсор 4 - Полиэтиленгликоль ПЭГ-2000, ПЭГ-2000

Сенсор 5 - Тритон X-100, TX100

Сенсор 6 – Полиэтиленгликоль адипинат, ПЭГА

Сенсор 7 – Твин-40, Tween

Сенсор 8 – Триоктилфосфиноксид, ТОФО.

Для установления различий в составе и содержании легколетучих соединений в равновесной газовой фазе над представленными группами изделий, сравнивали первичную информацию «электронного носа» - величины откликов выбранных сенсоров в массиве и величины количественного интегрального сигнала «электронного носа» - площади «визуального отпечатка» максимальных откликов (таблица 15).

Таблица 15 - Отклики сенсоров (Гц) и площадь «визуального отпечатка» сигналов сенсоров в РФФ над пробами.

Код пробы	S1 - ПВП	S2 - ПДЭГС	S3 - 18К6	S4 - ПЭГ-2000	S5 - TX100	S6 - ПЭГА	S7 - Twin	S8 - ТОФО	S <sub>Σ</sub> , Гц.с
К 1.1	11	-1	6	2	4	5	7	3	52
К 1.2	12	2	5	3	4	6	7	3	65
К 1.3	11	3	6	4	5	5	9	3	80
К 2.2	7	1	4	3	4	5	6	3	44
К 2.3	8	-3	4	3	5	4	6	3	53
К 3.2	11	4	7	3	5	5	8	3	81
К 3.3	13	-1	5	3	4	4	6	3	50

Для установления различий в составе (качественном и количественном) легколетучей фракции запаха проследили изменение общего содержания легколетучих компонентов в РФФ над пробами (рисунок 13). По форме фигуры «визуального отпечатка» откликов сенсоров в массиве были установлены различия в химическом составе равновесной газовой фазы над пробами в группах, изготовленного по измененной рецептуре и стандарта.

По суммарному содержанию легколетучих соединений, на которые настроен массив сенсоров, анализируемые пробы опытных образцов в группах не всегда идентичны друг другу, и отличались от пробы-контроля. Различия значимы, если относительная разность площадей для проб при сравнении превышает 15 % (рисунок 13).

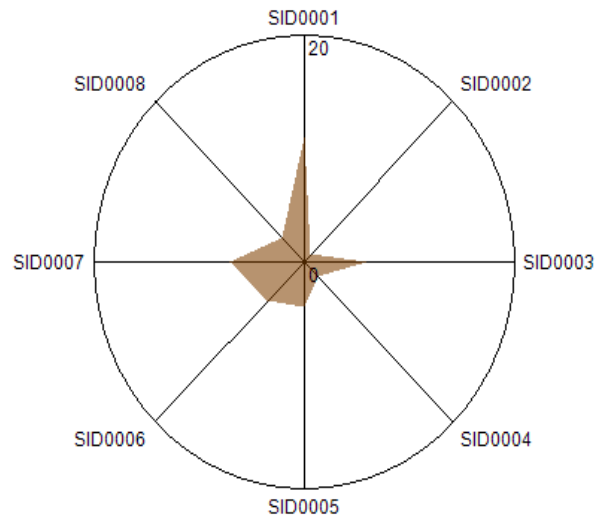
Дополнительно проследили изменения в количественном составе воздуха над пробами всех видов по относительному содержанию основных классов легколетучих соединений, на которые настроен массив сенсоров, оцененному методом нормировки (таблица. 16). Нормировались между собой только компоненты, регистрируемые установленным набором сенсоров только в равновесной газовой фазе, а не во всей пробе.

Таблица 16 – Относительное содержание компонентов в пробах,  $\omega$  % ( $\pm 1\%$ ) масс.

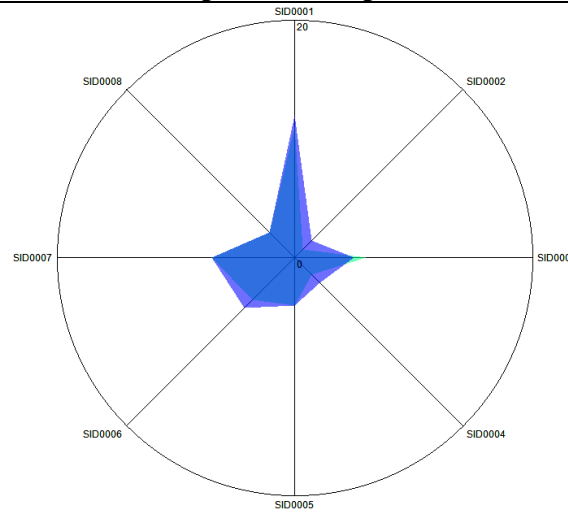
№ Пробы	S1 - ПВП	S2 - ПДЭГС	S3 - 18К6	S4 - ПЭГ-2000	S5 - ТХ100	S6 - ПЭГА	S7 - Twin	S8 - ТОФО
	Вода свободная, полярные соедин	амины	О-содержащие соединения	Спирты, кетоны	полярные	Кислоты, кетоны	кислоты	ароматические соединения
<b>К 1.1</b>	29,73	-2,70	16,22	5,41	10,81	13,51	18,92	8,11
<b>К 1.2</b>	28,57	4,76	<b>11,90</b>	<b>7,14</b>	9,52	14,29	<b>16,67</b>	7,14
<b>К 1.3</b>	<b>23,91</b>	<b>6,52</b>	<b>13,04</b>	<b>8,70</b>	10,87	<b>10,87</b>	19,57	<b>6,52</b>
<b>К 2.2</b>	<b>21,21</b>	3,03	<b>12,12</b>	<b>9,09</b>	<b>12,12</b>	<b>15,15</b>	18,18	9,09
<b>К 2.3</b>	26,67	<b>-10,00</b>	<b>13,33</b>	<b>10,00</b>	<b>16,67</b>	13,33	20,00	<b>10,00</b>
<b>К 3.2</b>	<b>23,91</b>	<b>8,70</b>	15,22	6,52	10,87	<b>10,87</b>	17,39	<b>6,52</b>
<b>К 3.3</b>	<b>35,14</b>	-2,70	<b>13,51</b>	<b>8,11</b>	10,81	<b>10,81</b>	<b>16,22</b>	8,11



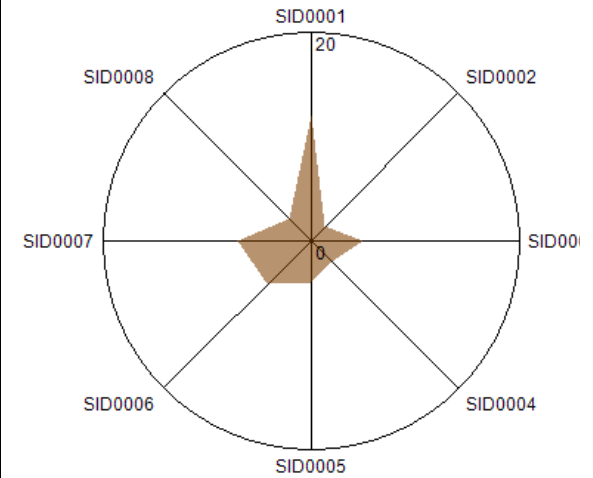
### К 1.1



### Сравнение проб



### К 1.2

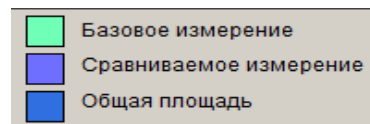


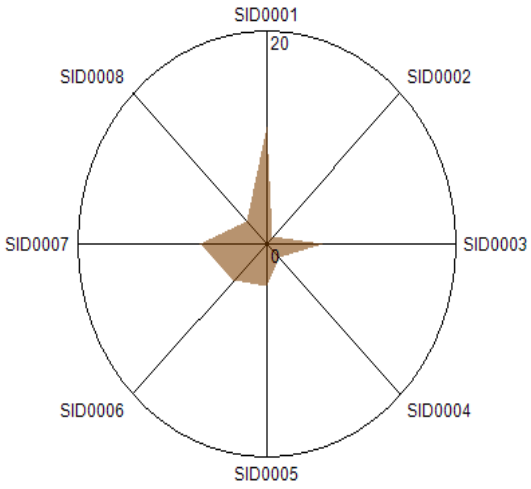
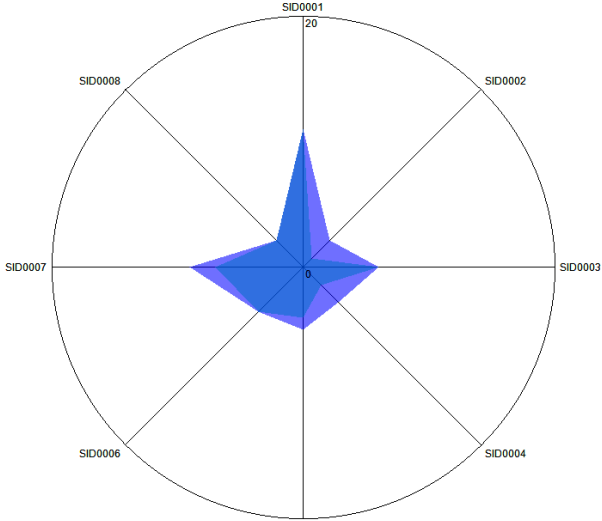
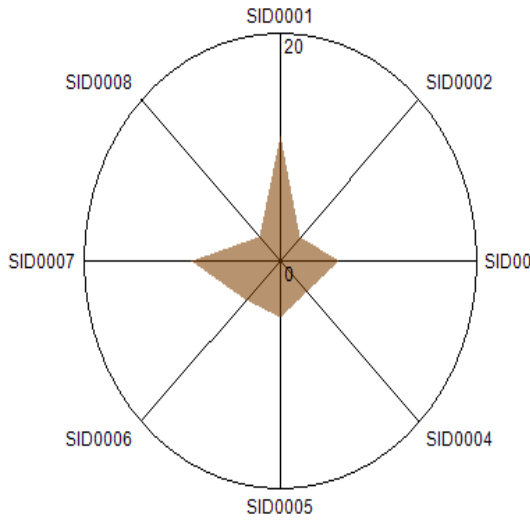
Площадь диаграммы максимумов:

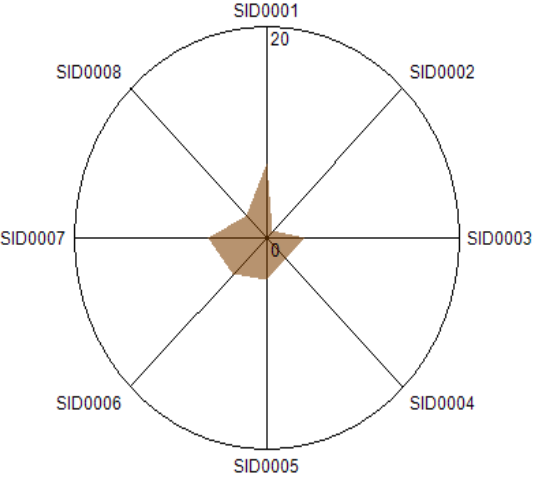
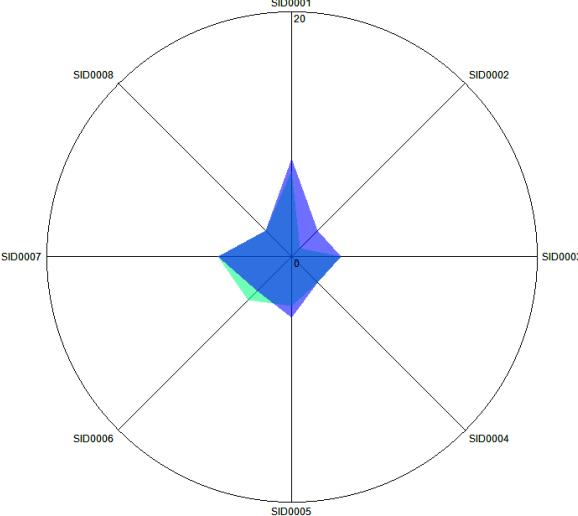
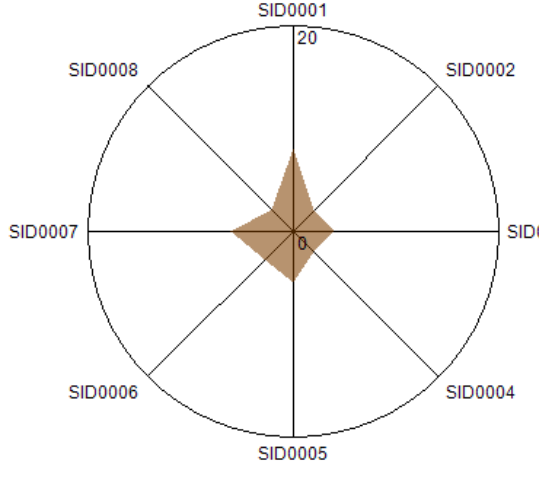
базовое измерение	51,62
сравниваемое измерение	65,05
Абсолютная разность площадей:	13,44
Относительная разность площадей:	26,03%

Площадь временной диаграммы:

базовое измерение	54,26
сравниваемое измерение	68,82
Абсолютная разность площадей:	14,56
Относительная разность площадей:	26,84%



К 1.1	Сравнение проб	К 1.3
	 <p data-bbox="887 810 1330 895"> Площадь диаграммы максимумов:  базовое измерение 51,62  сравниваемое измерение 79,55 </p> <p data-bbox="887 922 1442 979"> Абсолютная разность площадей: 27,93  Относительная разность площадей: 54,11% </p> <p data-bbox="887 1007 1330 1091"> Площадь временной диаграммы:  базовое измерение 54,26  сравниваемое измерение 73,38 </p> <p data-bbox="887 1118 1442 1176"> Абсолютная разность площадей: 19,13  Относительная разность площадей: 35,25% </p>	

К 2.2	Сравнение проб	К 2.3								
	 <p>Площадь диаграммы максимумов:</p> <table data-bbox="907 869 1332 933"> <tr> <td>базовое измерение</td> <td>43,84</td> </tr> <tr> <td>сравниваемое измерение</td> <td>52,68</td> </tr> </table> <p>Абсолютная разность площадей: 8,84  Относительная разность площадей: 20,16%</p> <p>Площадь временной диаграммы:</p> <table data-bbox="907 1061 1332 1125"> <tr> <td>базовое измерение</td> <td>43,27</td> </tr> <tr> <td>сравниваемое измерение</td> <td>40,40</td> </tr> </table> <p>Абсолютная разность площадей: 2,87  Относительная разность площадей: 6,63%</p>	базовое измерение	43,84	сравниваемое измерение	52,68	базовое измерение	43,27	сравниваемое измерение	40,40	
базовое измерение	43,84									
сравниваемое измерение	52,68									
базовое измерение	43,27									
сравниваемое измерение	40,40									

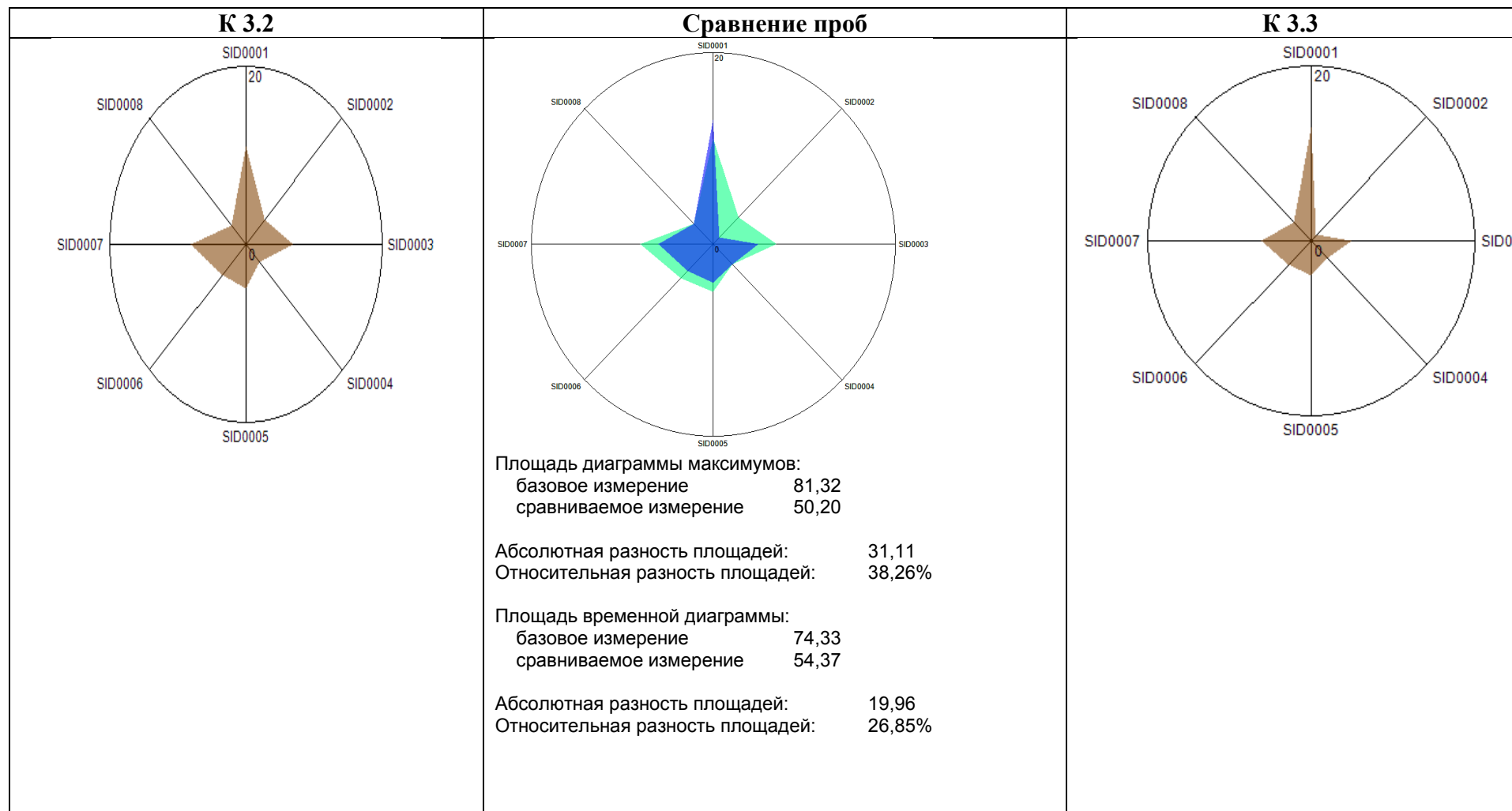


Рисунок 13 – «Визуальные отпечатки» максимальных сигналов сенсоров в РГФ над пробами. По осям указаны: по круговой оси – номер сенсора в массиве. По вертикали – максимальный отклики сенсоров при измерении ( $\Delta F_{\max}$ , Гц)

Отдельные сенсоры в пробах К1.1, К3.3 регистрировали малые количества соединений, их сигналы сопоставимы с уровнем шумов. Это привело к большой погрешности в оценке вклада отдельных классов соединений в смеси над пробами. При откликах сенсоров (таблица. 15), отличных от уровня шумов, нормировка сигналов показывала устойчивые различия в группах для проб относительно выбранных стандартов (таблица. 16). Изменение рецептуры привело к перераспределению содержания отдельных классов соединений в равновесной газовой фазе над пробами.

Исключение ненадежных сигналов из набора данных электронного носа перераспределили сигналы оставшихся сенсоров по-другому (таблица 17).

Таблица 17. – Оптимизированный состав сенсоров и доля (%) их сигналов в общей матрице с учетом селективности

Код пробы	Сенсор 1	Сенсор 3	Сенсор 5	Сенсор 6	Сенсор 7
<b>Классы соед. , детектируемых преимущественно</b>	Вода свободная, полярные соед	О- содержащие соединения	Полярные соед.	Кислоты, кетоны	кислоты
<b>К 1.1</b>	33,33	18,18	12,12	15,15	21,21
<b>К 1.2</b>	35,29	14,71	11,76	17,65	20,59
<b>К 1.3</b>	30,56	16,67	13,89	13,89	25,00
<b>К 2.2</b>	26,92	15,38	15,38	19,23	23,08
<b>К 2.3</b>	29,63	14,81	18,52	14,81	22,22
<b>К 3.2</b>	30,56	19,44	13,89	13,89	22,22
<b>К 3.3</b>	40,63	15,63	12,50	12,50	18,75

Проследить изменения в качественном составе РГФ над пробами и появление/исчезновение соединений легколетучей фракции позволил параметр  $A_{ij}$ . Он показывал постоянство соотношения концентраций отдельных классов легколетучих соединений в РГФ (таблица. 17). Если показатели  $A_{ij}$  для проб близки или совпадали, то можно считать, что соотношение содержания в пробах указанных соединений одинаково. Если соотношение сигналов отличались для проб, то соотношение концентрацией этих групп соединений

различно, по сравнению с соответствующим стандартом и запах проб различался значительно (таблица. 17). Чем больше число параметров  $A_{ij}$  для проб различалось, тем существеннее отличия в запахе проб, которые с высокой степенью вероятности фиксировались при органолептической оценке потребителем и дегустаторами. В таблице. 1 Приложения 1 представлены все наборы параметров  $A_{ij}$  для исследуемых проб. С учетом надежности сигналов и всех расчетных параметров из 28 возможных параметров были выделены 9 (таблица. 18).

Таблица 18 - Соотношение сигналов нескольких сенсоров в матрице для тестируемых проб

Параметры на диаграммах	<i>Показатель стабильности состава <math>A_{ij}</math>, (<math>\pm (0,5 - 0,02)</math>)</i>								
	1\3	1\5	1\6	1\7	3\5	3\7	5\6	5\7	6\7
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
<b>Код пробы</b>									
<b>К 1.1</b>	1,83	2,75	2,20	1,57	1,50	0,86	0,80	0,57	0,71
<b>К 1.2</b>	2,40	3,00	2,00	1,71	1,25	0,71	0,67	0,57	0,86
<b>К 1.3</b>	1,83	2,20	2,20	1,22	1,20	0,67	1,00	0,56	0,56
<b>К 2.2</b>	1,75	1,75	1,40	1,17	1,00	0,67	0,80	0,67	0,83
<b>К 2.3</b>	2,00	1,60	2,00	1,33	0,80	0,67	1,25	0,83	0,67
<b>К 3.2</b>	1,57	2,20	2,20	1,38	1,40	0,88	1,00	0,63	0,63
<b>К 3.3</b>	2,60	3,25	3,25	2,17	1,25	0,83	1,00	0,67	0,67

На рисунке 14 представлены кольцевые диаграммы параметров для оценки близости качественного состава РГФ над изделиями в группах. Каждое кольцо объединяет параметры из таблицы 18 для отдельной пробы. При совпадении их значений для проб и всего набора состав смеси ЛЛС идентичен. Смещение отдельных параметров друг относительно друга в круге говорит о различии состава соединений.

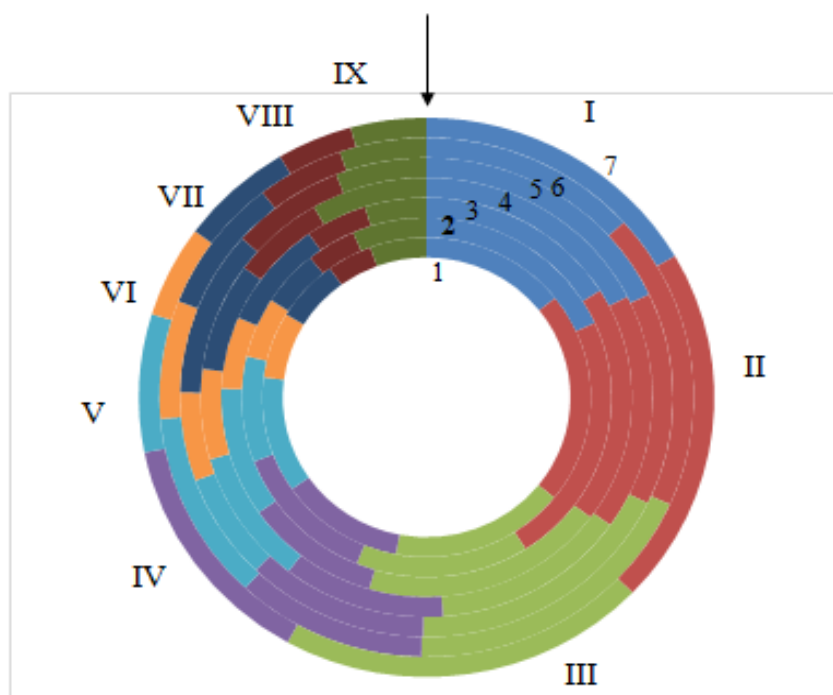


Рисунок 14 - Кольцевая диаграмма качественных параметров «электронного носа» для проб кексов К1.1-К3.3 с пшеничной мукой (кольцо контроль - 1) и с измененной рецептурой – от стрелки вправо отмечены параметры из таблицы 18.

Наиболее близки по химическому составу ЛЛС в РФ над пробами образцы К.1.1 и К1.2 (подобие 67 %), К1.1 с К1.3 – 45 %. Существенно изменил аромат – добавление тыквенной муки в любых соотношениях (22 % и 44 % соответственно для К2.1 и К2.2) относительно К1.1. Добавление смеси рисовой и льняной муки привело к идентичности аромата кексов со стандартом на 80 % и 44 % соответственно для К3.2 и К3.3.

В результате было отмечено, что наиболее благоприятным для аромата являлась замена пшеничной муки рисовой, в наименьшей степени – тыквенной. При введении этих компонентов нельзя сравнивать пробы с исходными образцами, получается продукт с иными органолептическими свойствами.

### **2.2.3 Изучение состава аглютеновых композитных смесей с помощью прибора Chopin MixoLab 2**

Известно, что реологические свойства теста определяют качество готовой продукции. Тесто представляет собой обводненный коллоидный комплекс, обладающий внутренней структурой и непрерывно изменяющимися физико-химическими свойствами. Традиционно используются для приготовления теста зерновые культуры – пшеница, рожь и тритикале (пшенично-ржаной гибрид). Больше всего изучены процессы, происходящие при формировании пшеничного теста [63]. При разработке изделий из другого сырья также необходимо изучить процессы тестообразования в них.

Нами были исследованы композитные смеси, которые предварительно отобраны в ходе органолептического анализа. Варианты разработанных композитных смесей имели следующие составы: № 4 – 50 % рисовой и 50 % кукурузной муки, № 11 – 50 % тыквенной и 50 % кукурузной муки, № 20 – 30 % льняной и 70 % рисовой муки. Анализ реологического состояния тестовых заготовок из композиционных смесей проводили по следующим показателям (индексам): время образования теста (мин), стабильность теста (мин), водопоглотительная способность (%), точки экстремума реограммы  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_5$  ( $H \cdot m$ );  $PA$  ( $Вт \cdot ч/кг$ ) – энергия, поглощенная тестом во время замеса. Полученные миксолабограммы (реологические кривые) в сравнении представлены на рисунках 15, 16.



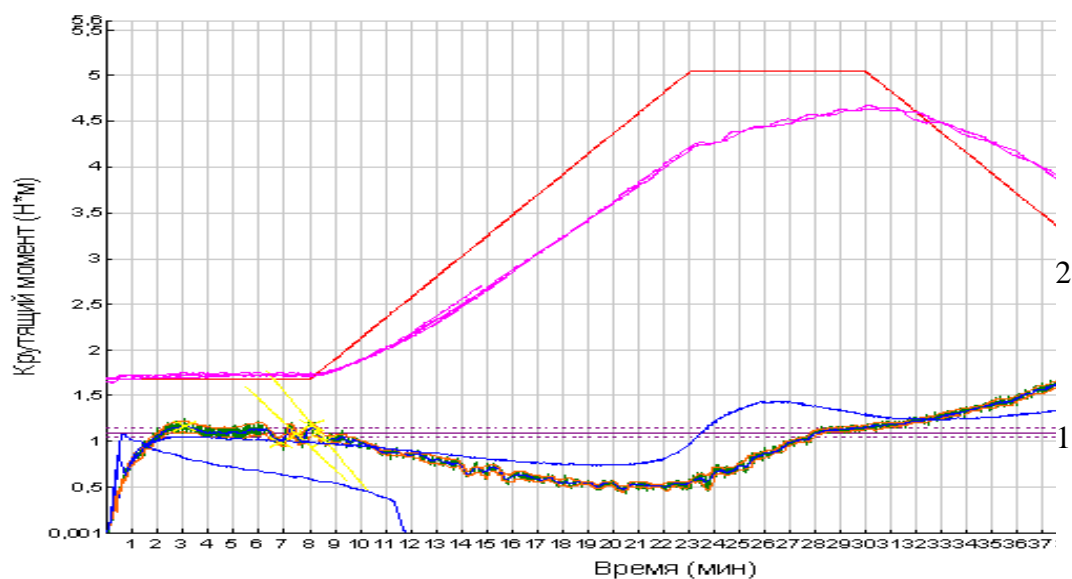


Рисунок 15 – Миксолабограмма сравнения теста на основе композиционных смесей состава: 1 – вариант № 4; 2– вариант № 11.

Как видно из данных рисунка 15 исследования тестовых заготовок на основе композиционных смесей № 4, № 11 проводили в соответствии с протоколом эксперимента Chopin+, по таким стадиям как 8 минут замеса при температуре 30 °С. Далее постепенно повышали температуру до 90 °С со скоростью 4 °С/мин, затем продолжали замешивание в течение 7 минут при этой же температуре. Следующим моментом было постепенное снижение температуры до 50 °С и далее проводили замес уже 5 минут при данной температуре. В процессе всего эксперимента крутящий момент (деформационная нагрузка) оставался постоянным. Таким образом, полученные реологические кривые вариантов смесей № 11 на рисунке 15 имели типичный вид, повторяющий реограмму пшеничного теста, представленную на рисунке 17.

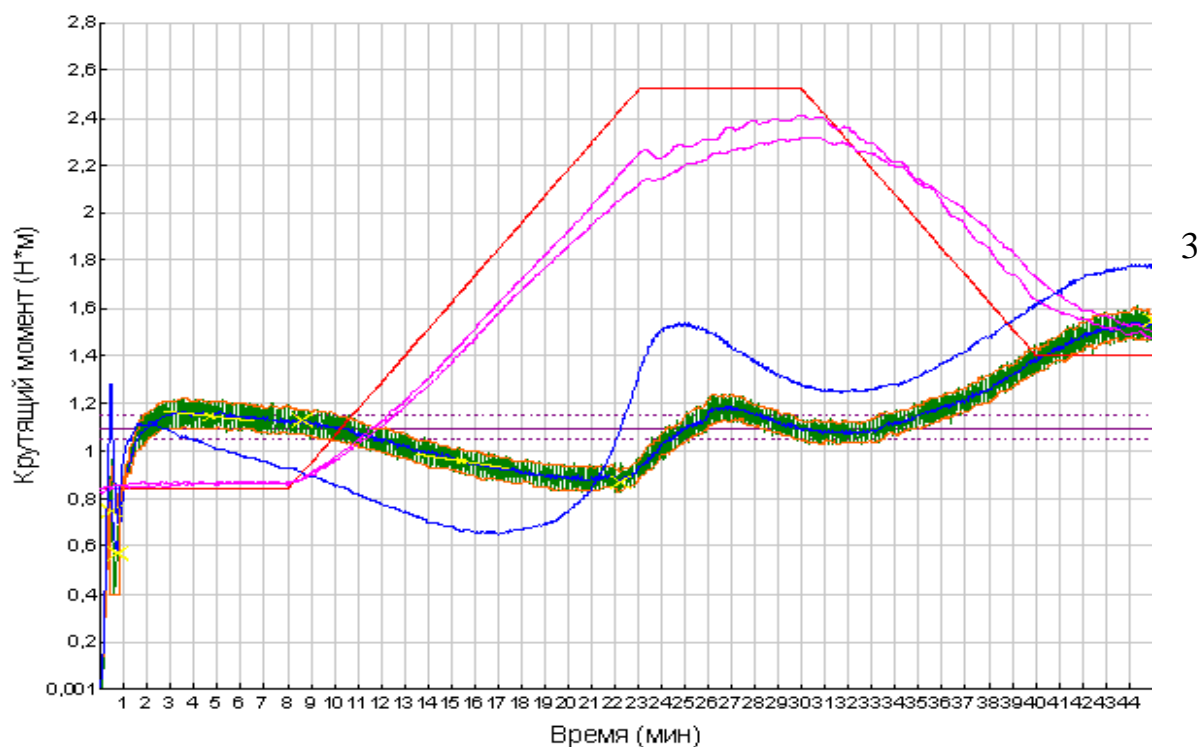


Рисунок 16– Миксолабограмма сравнения теста на основе композиционных смесей: 3 – вариант № 20.

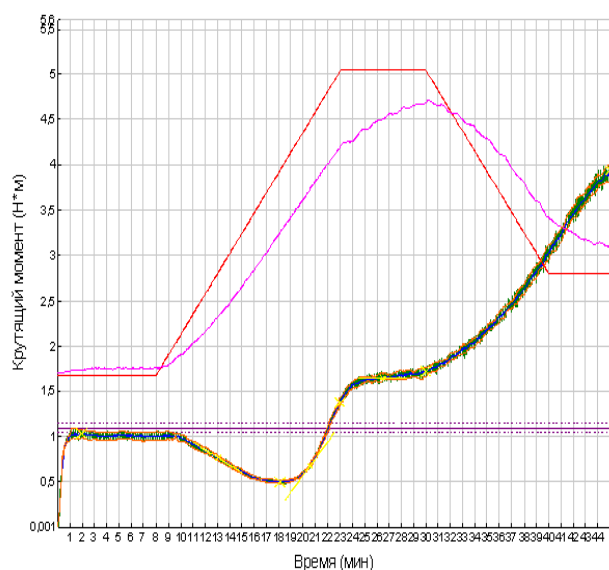


Рисунок 17 – Миксолабограмма и профайлер пшеничного теста. Индекс профайлера 6-57-278.

Как видно из рисунка 15 построить реологическую кривую варианта № 4 согласно полному протоколу не представилось возможным, так как при

повышении температуры в процессе замеса выше 30 °С структура теста разрушилась, и оно намоталось на валки прибора.

Количественная выраженность данных физических свойств теста представлена в таблице 18

Таблица 18 - Показатели реологических свойств теста на основе композитных смесей

№ смеси	Состав композитной смеси	Время образования теста, мин	Стабильность теста, мин	ВПС, %	$C_2$ , Н*м	$C_3$ , Н*м	$C_5$ , Н*м	РА, Вт*ч/кг
Контроль	100 % пшеничная мука	1,92	10,80	58,8	0,50	1,38	3,94	131,38
4.	50 % рисовая и 50 % кукурузная мука	0,67	0,50	67,2	-	-	-	-
11.	50 % тыквенная и 50 % кукурузная мука	3,98	8,17	70,5	0,49	1,11	2,11	90,04
20.	30 % льняная и 70 % рисовая мука	2,25	3,50	86,7	0,65	1,54	1,78	96,79

В результате исследований было показано, что варианты смесей №11, и 20 имели наилучшие реологические характеристики. Тесто формировалось в течение 3 – 4 минут у всех вариантов, кроме смеси № 4. Как свидетельствовали данные таблицы № 18, вариант № 11 отличался высоким индексом стабильности (8 мин) по сравнению с другими опытными вариантами, и при этом был сопоставим с контролем из пшеничной муки. В ходе исследований замечено, что индекс  $C_2$ , характеризующий разжижение теста у варианта № 11 равен 0,49 Н\*м, и что незначительно ниже чем в контроле (0,50 Н\*м). В то же время индекс  $C_2$  у вариантов № 20 этот же имел повышенные значения по отношению к контролю, а именно 0,65 Н\*м соответственно. Относительно водопоглотительной способности (ВПС), то она выше у опытных вариантов № 11 и 20 на 11,7 и 0,15 % соответственно (Таблица 18). Так же отмечалась высокая ВПС и у отбракованного нами варианта № 4 по сравнению с контролем. Согласно литературным данным такая высокая ВПС

композиционных вариантов связана с присутствием кукурузной и рисовой муки в смеси [82]. В вариантах № 20 с содержанием льняной муки 30 % индекс  $C_3$  (амилолитическая активность) выше на 0,16 Н\*м по сравнению с контролем. В тоже время в варианте № 11 амилолитическая активность ниже на 0,27 Н\*м по сравнению с вариантом из пшеничной муки. Это связано в первом случае (вариант № 20) с большим содержанием в композитной смеси крахмалосодержащих компонентов – рисовой муки, а во втором случае с меньшим (вариант № 11).

Также нами отмечалось, что вариант № 11 обладал амилолитической активностью меньшей на 0,27 Н\*м по сравнению с контролем из пшеничной муки и на это повлияло содержание 50 % тыквенной муки в композитной смеси. В процессе эксперимента нами было выяснено, что использование таких композиционных смесей для разработки аглютеновых кексов перспективно с точки зрения хранения. Положительным эффектом являлось то, что индекс  $C_5$ , прямо влияющий на процесс очерствения в пшеничном тесте, у изучаемых смесей ниже по абсолютному значению, чем у пшеничной муки.

Таблица 19 – Химический состав композитных смесей

Вариант смеси	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Зола, г	Крахмал, г
№ 4	7,6	1,25	112,6	1,0	72,6
№ 11	23,60	5,75	48,55	2,79	36,03
№ 20	13,1	1,2	68,0	0,5	55,4
Контроль	11,1	1,5	67,8	0,7	67,7

Как видно из таблицы 19 в композитной смеси из кукурузной и тыквенной муки (№ 11) содержится белка 23,60 г; жиров 5,75 г; углеводов 48,55 г; золы 2,79 г; крахмала 36,03 г. В связи с большим содержанием белка в смеси № 11 по сравнению с пшеничной мукой, продолжительность набухания белков увеличилась. При сравнении с тестом из пшеничной муки выявлено, что время для ослабления протеинов в данной композитной смеси увеличивалось на 2,4 мин, что обусловлено, видимо, разницей фракций белковых молекул.

Замечено, что в композитной смеси № 11 изменения таких показателей как температура и продолжительность процесса клейстеризации крахмала

отличались незначительно, а показатель крутящего момента уменьшался в 1,46 раза. Нередко в зарубежных литературных источниках процесс клейстеризации называется гелеобразованием [34]. Это обусловлено количественным содержанием крахмала в композитной смеси, которое составляет 36,03 г на 100 г продукта, а в пшеничной муке от 67,7 г и выше. Времени на реализацию процесса гидратации крахмала для разработанной нами композитной смеси № 11 (Таблица 18) необходимо на 5,27 мин меньше, показатель крутящего момента ниже в 2,68 раза, при этом температура нагрева смеси снизилась на 6,2 °С. Это связано как с разным количественным содержанием крахмала, так, видимо, и с качественным составом крахмального зерна (Таблица 20).

Таблица 20- Качественные показатели крахмала

<b>Изучаемая система</b>	<b>Количество амилозы, %</b>	<b>Температура клейстеризации С<sup>0</sup></b>	<b>Содержание сухих веществ, %</b>
Пшеничный крахмал	21,37	50,0 – 90,0	86,0
Кукурузный крахмал	19,25	66,0 – 86,0	86,0
Тыквенный крахмал	-	-	95,0
Рисовый крахмал	20,02	56,0 – 86,0	-
Крахмал композитной смеси №11	9,63	52,5	90,5
Крахмал композитной смеси №20	14,0	25,8	-

В результате исследований отмечено, что амилалитическая активность ферментов в композитной смеси № 11 проявлялась на 24,7 мин при крутящем моменте 0,64 и температуре 77,6 °С. Известно, что этот процесс в тестовой заготовке из пшеничной муки происходит на 30,0 мин при крутящем моменте 1,72 и температуре 83,8 °С. Процесс желификации крахмала в композитной смеси № 11 наблюдался на 45,03 мин при крутящем моменте 2,11 и температуре 52,5 °С, а в системе из пшеничной муки на 45 минуте при крутящем моменте 3,94 и температуре 55,4 °С. Данный процесс сопровождался деструкцией полисахаридов, частичной или полной деполимеризацией амилозы, а в некоторых случаях и амилопектина.

Согласно литературным данным известно, что на процесс клейстеризации влияют как вид крахмала исходного сырья, так и его соотношение

полисахаридов. Как показано в таблице 20 количество амилозы в композитных смесях № 11 и № 20 меньше, соответственно и процесс клейстеризации происходит быстрее.

Водопоглотительная способность муки зависит от удельного содержания сухих веществ в муке. В данной композитной смеси содержание сухих веществ составляет 90,5 %, а в пшеничной муке 86 %, что коррелировало с данными миксолабограммы: ВПС композитной смеси 70,5 %, а ВПС пшеничной муки 58,8. (таблица 18). Как известно, в состав гидратированного белкового комплекса - пшеничной клейковины входят глиадин и глютеин; первый делает ее растяжимой и эластичной, а второй – прочной. В тыквенной и кукурузной муке глиадин отсутствует (таблица 21).

Выбранная нами композитная смесь № 20 содержала 13,1 г белков; 1,2 г жиров; 68,0 г углеводов; 0,5 г золы и крахмала 55,4 г. Из-за химического состава композитной смеси № 20 время образования теста сократилось на 1,42 мин по сравнению с пшеничной мукой, а разница между температурой и крутящим моментом оказалась незначительной. Предположительно это связано с меньшим содержанием белка в смеси. Время ослабления протеинов в композитной смеси сокращается в 24,16 раза, что обусловлено отсутствием клейковины. При этом крутящий момент отличается незначительно, а температура ниже на 27,5 °С.

Таблица 21- Фракционный состав белка

Состав муки	Массовая доля фракций белков, %						Итого
	Альбумины	Глобулины	Глютелины	Нерастворимые белки	Проламины (глиадин)	Зеин	
1	2	3	4	5	6	7	8
Пшеничная	5,2	12,6	28,2	8,7	35,6	-	90,3
Тыквенная	25,2	42,8	21,8	10,2	-	-	100,0
Кукурузная	8,1	5,9	80,0	-	-	5,9	99,9

1	2	3	4	5	6	7	8
Рисовая	5,8	9,2	70,9	-	14,2		100,1
Льняная	0,9	1,5	2,2	-	0,9	-	5,5
Композитная смесь из 50 % тыквенной и 50 % кукурузной муки	16,7	24,4	50,9	5,1	-	3,0	100,0
Композитная смесь из 30 % льняной и 70 % рисовой муки	4,5	13,1	79,8	-	2,6	-	100,0

Такие показатели как время, температура и крутящий момент гелеобразования крахмала композитной смеси меньше в среднем в 2,5 раза, чем в пшеничной муке. Это обусловлено количественным содержанием крахмала: в композитной смеси оно составляет 55,4 г на 100 г продукта, а в пшеничной муке от 67,7 г и выше. Время реализации действия амилолитических ферментов в смеси на 13 мин меньше, а показатель крутящего момента в 2 раза ниже, чем у пшеничной муки, при этом температура ниже на 25,8°C. Это связано как с различным количественным содержанием крахмала, так и с качественным составом крахмального зерна. Желификация крахмала в композитной смеси происходит при крутящем моменте 1,78 и температуре 52,5 °C, а в системе из пшеничной муки на 1,91 минуте при крутящем моменте 3,94 и температуре 55,4 °C.

Совокупность изучаемых индексов миксолабограммы позволяет создать определенный графический профиль, присущий конкретному образцу муки или смеси и описать его реологические характеристики в виде последовательных 6 индексов качества продукта для наипростейшего сравнения и использования. Профайлеры в сравнении и их индексы в числовом выражении представлены на рисунке 18.

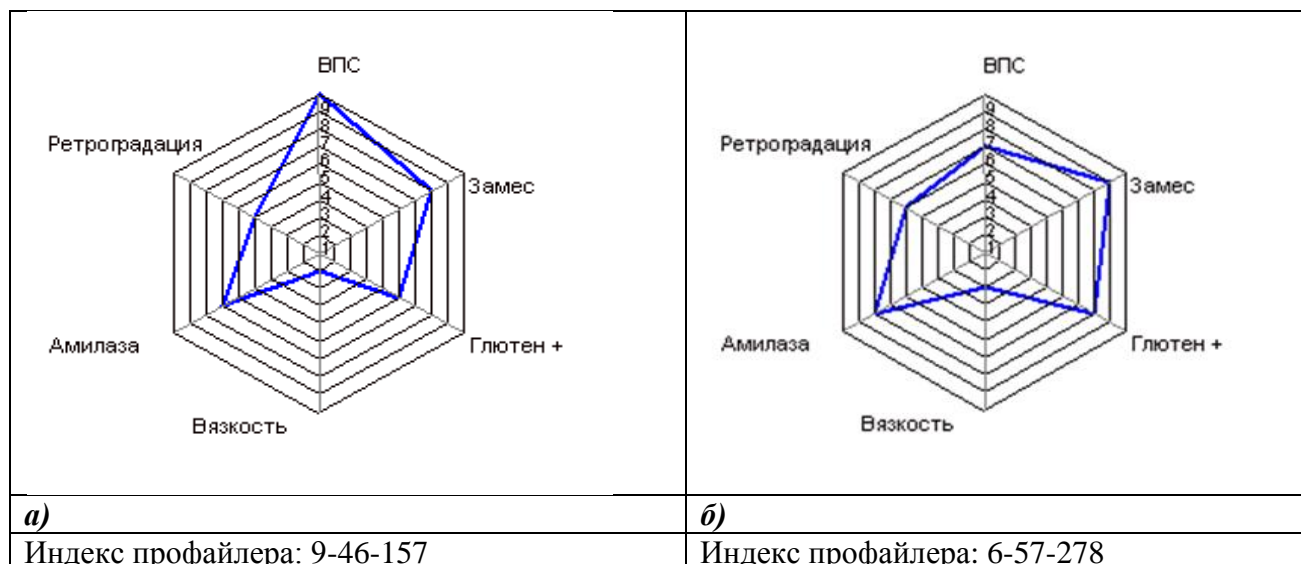


Рисунок 18 – Профайлеры: а – вариант № 11; б – контроль

В ходе исследований был составлен профайлер для варианта № 11, который более наглядно подтвердил данные отраженные в миксолабограмме. Как видно на рисунке 18 индекс вязкости у варианта № 11 отсутствовал в связи с низким содержанием амилозы (9,63 %). Известно, что индекс вязкости характеризует гидролиз крахмала под действием амилаз и зависит от количественного содержания амилозы в муке, так в пшеничной муке содержание амилозы составляет 21,37 % и индекс вязкости равен 20 %. На процесс формирования индекса вязкости влияет также и время, и продолжительность замеса, так у варианта № 11 этот момент составил 1 минуту, а у пшеничного теста 10 мин.

Низкий индекс вязкости варианта № 11 характеризуется спецификой кукурузного крахмала и напрямую взаимосвязан с амилолитической активностью (чем ниже индекс вязкости, тем выше амилолитическая активность). На индекс вязкости варианта № 11 повлияло как качественное, так и количественное содержание крахмала, время набухания крахмального зерна в процессе замеса. Образование теста из композитной смеси № 11 составляло 0,43 минуты, и согласно данным таблицы 18 начиналось на 24,30 минуте, а заканчивалось на 24,73. В то время как у контрольного образца продолжительность тестообразования составляла 7 минут, то есть начиналась



на 23 минуте и завершалась на 30 минуте.

Установлено, что чем выше индекс амилолитической активности по профайлеру на рисунке 18, тем ниже активность фермента альфа – амилазы в данной системе. Как видно из данных таблицы 18 и рисунка 18 вариант № 11 характеризовался сильной активностью альфа амилазы, в тоже время содержание амилозы было 9,63 %, что ниже пшеничной муки в 2,2 раза.

Как видно на рисунке 18 уровень ретроградации (индекс загустевания) у варианта № 11 был ниже 36 % при уровне содержания крахмала 36,03 %, (таблица 19), а у контрольного образца 90 % при количестве крахмала около 67,7 % (таблица 19) соответственно. Что позволяет, сделать вывод о более медленном процессе старения крахмального зерна (ретроградации) в изделиях из варианта № 11 после выпечки и вследствие этого – лучшей сохранности.

На основании вышеизложенного экспериментально обосновано, что для кексов рекомендуется композитные смеси № 4, № 11 и № 20, так как для этих изделий необходима рассыпчатость теста.

Таким образом, применение композитных смесей перспективно в связи с большим поднятием теста при выпечке и меньшим загустеванием крахмала благодаря его высокой водопогложительной способности (ВПС). Кроме того, имеется несомненная экономическая эффективность, так как есть возможность производить большее количество теста с меньшими затратами.

#### **2.2.4 Исследования физико–химических показателей аглютеновых кексов**

Нами были проведены физико–химические исследования показателей качества аглютеновых кексов: массовая доля влаги, массовая доля жира, массовая доля сахара, массовая доля золы, щелочность.

Полученные результаты были сведены в таблицу 22.

Таблица 22 – Физико–химические показатели разработанных аглютеновых кексов

Наименование показателей	ГОСТ 15052 - 2014	Кукурузная/ рисовая (образец №4)	Кукурузная/ тыквенная (образец №11)	Льняная/ рисовая (образец №20)
Содержание влаги, %, не более	12,00-24,00	13,52±0,05	14,15±0,03	16,53±0,05
Содержание сахара, %, не более	13,00-25,00	24,71±0,03	25,02±0,05	24,11±0,03
Содержание золы золы, нерастворимой в растворе соляной кислоты с массовой долей 10%, %, не более	0,10	0,02±0,05	0,02±0,05	0,05±0,05
Содержание жира, %, не более	9,00-22,00	21,81±0,02	27,31±0,03	27,51±0,04
Содержание щелочности, град., не более	2,00	1,33±0,05	1,34±0,02	1,72±0,05

Как видно из таблицы 22 содержание влаги в образце № 4 составило 13,52 %, № 11 – 14,52 %, № 20 – 16,53 %, что находилось в нормируемом диапазоне 12,00 – 24,00 % (ГОСТ 15052 – 2014).

Массовая доля сахара в опытных образцах составляла: № 4 – 24,71 % и № 20 – 24,11 %, что соответствовало требованиям ГОСТа (не более 13 – 25 %). В образце № 11 наблюдали незначительное увеличение сахара на 0,02 % по сравнению с контролем.

Содержание золы в образцах аглютеновых кексах № 4, № 11, и № 20 составила 0,02, 0,02 и 0,05 % соответственно, что не превышало 0,10 % по ГОСТ 15052 – 2014.

В результате исследований по определению жира выяснили, что в образце № 4 его содержание составило 21,81 %, что соответствовало требованиям ГОСТ (9,00 – 22,00 %). В случае с образцами № 11 и № 20 содержание жира было выше на 5,30 и 5,51 % соответственно, по сравнению с самым верхним критерием ГОСТа (22,00 %). Это обусловлено тем, что по

химическому составу содержание жира в тыквенной и льняной муке больше, чем в пшеничной.

Было установлено, что щелочность исследуемых образцов составила: № 4 – 1,34 град., № 11 – 1,33 град., № 20– 1,72 град., то есть не превышала 2,00 град., установленных ГОСТ.

### **2.2.5 Определение количественного содержания глютена в разработанных аглютеновых кексах**

Из литературных данных известно, что главными компонентами глютена являются проламины (глиадин пшеницы, секалин ржи, гордеин ячменя и авенин овса), составляющие 5 – 50 % от общего количества белка, растворимые в 60 – 80 % растворе этанола, и глютелины, растворимые в 0,1 – 0,2 % растворах щелочей. В настоящее время доказано, что глютелины имеют идентичные пептидам проламинов токсичные аминокислотные последовательности, поэтому обычно используется только одно общее название токсичных белков злаковых – глютен. [86].

Таблица 23 - Содержание белковых фракций в зерне злаковых, %

Белковые фракции	Злаковые культуры			
	Пшеница	Ячмень	Рожь	Овес
Альбумины	1,2	12,5	25,3	12,5
Глобулины	2,8	12,7	19,2	17,3
Проламины	43,5	34,4	25,4	23,1
Глютелины	36,0	29,6	16,5	29,3

Из данных, представленных в таблице 23, видно, что максимальное количество спирторастворимых (проламинов) и щелочерастворимых (глютелинов) белковых фракций имеют такие злаковые культуры, как пшеница и ячмень, меньшее – рожь, а у овса преобладает щелочерастворимая фракция. Данные культуры широко применяются в производстве мучных кондитерских и хлебобулочных изделий, а их применение в безглютеновом питании недопустимо.

Основные требования к безглютеновым пищевым продуктам согласно ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания» заключаются, в том, что продукты должны быть изготовлены из компонентов, не содержащих такие злаковые культуры как: пшеница, рожь, ячмень, овес, при этом должны использоваться глютенотонизирующие технологии. В этом случае уровень глютена в готовой к употреблению продукции не должен быть выше 20 мг/кг [76].

В ходе исследований согласно литературным данным был определен фракционный состав таких видов муки как тыквенная, кукурузная, рисовая, льняная и пшеничная. Затем был рассчитан и изучен фракционный состав следующих композитных смесей: вариант № 4 – 50 % рисовой и 50 % кукурузной муки, № 11 – 50 % тыквенной и 50 % кукурузной муки, № 20 – 30 % льняной и 70 % рисовой муки.

Таблица 24 – Массовая доля белковых фракций различных видов муки и их смесей

Вид муки	Массовая доля фракций белков, %					
	Альбумины	Глобулины	Глютелины	Нерастворимые белки	Проламины (глиадин)	Зеин
Пшеничная	1,20	2,80	<b>36,00</b>	8,70	<b>43,50</b>	–
Тыквенная	25,20	42,80	<b>21,80</b>	10,20	–	–
Кукурузная	8,10	5,90	<b>80,00</b>	–	–	5,90
Рисовая	5,84	9,17	<b>,90</b>	–	<b>14,17</b>	–
Льняная	0,92	1,48	<b>2,20</b>	–	<b>0,92</b>	–
Вариант № 4	6,97	7,53	<b>75,45</b>	-	<b>7,10</b>	2,95
Вариант № 11	16,65	24,35	<b>50,90</b>	5,10	-	2,95
Вариант № 20	4,36	6,85	<b>50,29</b>	–	<b>10,18</b>	–

Исходя из данных таблицы 24 видно, что содержание глиадина, в используемых нами видах муки менее 20 мг/кг, а как известно именно глиадин играет главную роль в причине возникновения заболевания, так как он наиболее интенсивно реагирует с антиглиадиновыми антителами IgA и IgG, появляющимися в крови больных при целиакии [83, 98].

В дальнейшем с целью подтверждения наших теоретических предположений экспериментально было определено количественное содержание глютена в разработанных аглютеновых кексах с использованием иммуноферментной тест – системы RIDASCREEN Gliadincompetitive.

Количественное определение глютена заключалось в обнаружении глиаина в пробе путем постановки иммунохимических тестов. Иммуноферментный метод анализа определения глютена происходил за счет специфического взаимодействия проламинов пшеницы, ржи и ячменя (глиадинов), которые содержались в исследуемом материале, с антителами к глиадину, адсорбированными на планшете. К образовавшемуся комплексу «антитело–антиген» добавляли раствор конъюгата, содержащего антитела к глиадину с ферментом. В результате образовался новый комплекс «антитело – антиген – антитело + фермент». После добавления субстрата и хромогена происходило химическое взаимодействие, при котором ферментный фрагмент молекулы конъюгата выступал в качестве катализатора, и образовывались окрашенные продукты реакции. Образующийся аналитический сигнал, зависящий от результатов взаимодействия комплекса «антитело – антиген» с конъюгатом на поверхности ячеек планшета, измерялся по регистрируемому значению оптической плотности при длине волны 450 нм, а затем пересчитывали на глютен.

Оптическую плотность измеряли при длине волны 450 нм на микропланшетном многоканальном спектрофотометре Power Wave Bio-Tek. На рисунке 19 представлен уровень глютена в разработанных кексах [54].

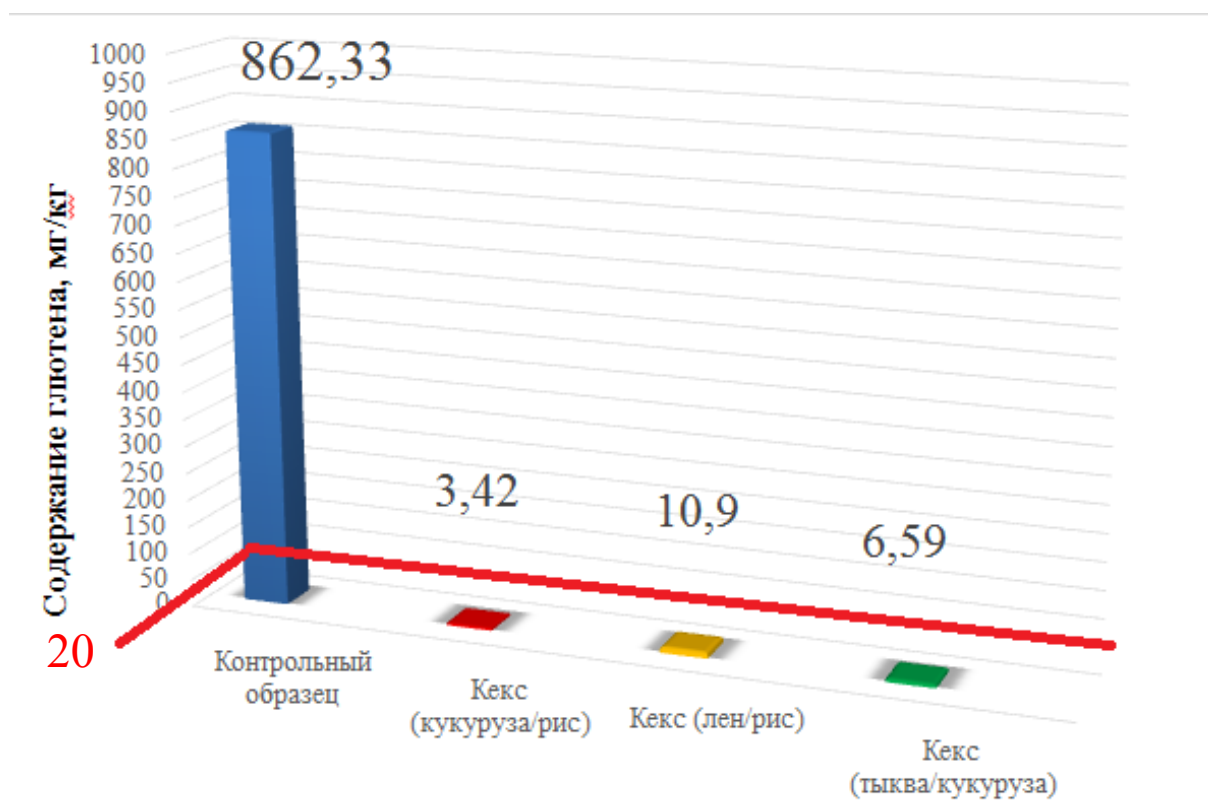


Рисунок 19 - Количественное содержание глютена в разработанных кексах.

Как видно из рисунка, концентрация глютена (мг/кг) в кексах из смеси кукурузной и рисовой муки составила – 3,42; в кексах из смеси льняной и рисовой муки - 10,90; в кексах из смеси кукурузной и тыквенной муки – 6,59; - что не превышает заданную норму в 20 мг/кг во всех трех образцах. В контрольном образце из пшеничной муки этот показатель равен 862,33 мг/кг.

Таким образом, разработанные кексы из смеси кукурузной и рисовой муки, из смеси льняной и рисовой муки, из смеси кукурузной и тыквенной муки не превышали показатель 20 мг/кг по содержанию глютена и могут маркироваться как «безглютеновые» («gluten free»), а также рекомендованы к потреблению людям, страдающим целиакией.

### 2.2.6 Исследования микробиологических показателей аглютеновых кексов

Согласно требованиям ТР/ТС – 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания» во время разработки новых пищевых продуктов необходимо проводить исследования, касающиеся

определения микробиологических показателей. Для кондитерских изделий без начинки, согласно санитарным требованиям, необходимо установить количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), бактерий группы кишечной палочки (БГКП), *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, а также клетки дрожжей и спор плесеней [76].

В ходе исследований нами были проведены микробиологические исследования показателей качества аглютеновых кексов по данным показателям.

Таблица 25 – Микробиологические показатели в разработанных аглютеновых кексах

Наименование продукта	КМАФАнМ КОЕ/г, не более	БГКП (колиформы), не допускаются в массе продукта	Масса продукта (г), в которой не допускается наличие		Дрожжи КОЕ/г, не более	Плесени КОЕ/г, не более
			<i>S. aureus</i> не допускаются в массе продукта	Патогенные, в т.ч. <i>Salmonella</i> , не допускаются в массе продукта		
По ТР/ТС – 027/2012	$5 \cdot 10^3$	0,1	0,1	25	50	50
Кекс из композитной смеси кукурузной и рисовой муки	$2 \cdot 10^3$	-	-	-	-	-
Кекс из композитной смеси кукурузной и тыквенной муки	$2 \cdot 10^3$	-	-	-	-	-
Кекс из композитной смеси льняной и рисовой муки	$2 \cdot 10^3$	-	-	-	-	-

Примечание: «-» – не обнаружено

Как видно из данных таблицы 25 в аглютеновых кексах количество мезофильно- анаэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, бактерий группы кишечной палочки не превышали нормативных значений ТР/ТС – 027/2012, а количество *S. aureus*, *Salmonella*, клеток дрожжей и плесени не было обнаружено.

### 2.2.7 Расчет пищевой и энергетической ценности

С помощью данных справочника химического состава российских пищевых продуктов нами были рассчитаны пищевая и энергетическая ценность контроля и опытных образцов аглютеновых кексов № 4, № 11, № 20.

Таблица 26 – Пищевая и энергетическая ценность контрольного образца и разработанных аглютеновых кексов.

Наименование показателя	Контроль	Образец № 4 (кукурузная/ рисовая)	Образец № 11 (кукурузная/ тыквенная)	Образец № 20 (льняная/ рисовая)
Белки, г	7,1	5,7	10,4	7,8
Жиры, г	18,1	27,0	28,2	28,0
Углеводы, г	34,4	35,4	27,1	30,9
Энергетическая ценность, ккал	348,4	429,1	413,7	422,7
Зольность, г	0,62	0,75	1,36	0,99

Как видно из данных таблицы 26 в разработанном кексе из кукурузной и рисовой муки (образец № 4) содержание белков уменьшилось на 20 %, а жиров и углеводов увеличилось на 36 % и 3 % соответственно по сравнению с контролем. В следствие увеличилась энергетическая ценность на 23 % и зольность на 20 % по сравнению с контролем. В свою очередь это связано с заменой маргарина на сливочное масло и химическим составом муки.

В кексе из композитной смеси кукурузной из тыквенной муки (образец № 11) произошло увеличение белков и жиров на 46 % и 55 % соответственно по сравнению с контролем. Содержание углеводов уменьшилось на 21 % по сравнению с контрольным образцом. В свою очередь данные показатели



повлияли на энергетическую ценность и зольность – увеличились на 19 % и 119 % соответственно по сравнению с контролем.

В ходе исследований разработанного кекса из льняной и рисовой муки (образец № 20) отметили увеличение белков на 9 % и жиров на 55 % по сравнению с контролем, при этом содержание углеводов снизилось на 11 % . Все это привело к увеличению энергетической ценности и зольности на 21 % и 59 % соответственно по сравнению с контролем. Данные изменения связаны с заменой пшеничной муки на льняную и рисовую, а также с заменой маргарина на сливочное масло и увеличением его в объеме.

Таблица 27 - Витаминно-минеральный состав аглютеновых кексов

	Конт роль	Образец № 4 (кукурузная/ рисовая)	Образец № 11 (кукурузная/ тыквенная)	Образец № 20 (льнаная/ рисовая)	Дети 4-6 лет	Дети 7-10 лет	Дети 11-13 лет (мальчики)/ (девочки)	Дети 14-17 лет (юноши)/ (девушки)	Взрослые (мужчины)/ (женщины)
<b>Минеральные вещества, мг:</b>									
Na	56,3	70,0	70,8	28,5	105,0	150,0	165,0/165,0	195,0/195,0	450,0/450,0
K	91,1	85,8	169,3	127,9	90,0	135,0	225,0/225,0	375,0/375,0	300,0/300,0
Ca	19,7	20,0	24,5	37,0	180,0	165,0	180,0/165,0	180,0/165,0	120,0/120,0
Mg	19,7	22,8	94,5	50,9	45,0	37,5	52,5/45,0	45,0/45,0	60,0/60,0
P	64,2	69,7	199,1	105,4	217,5	247,5	270,0/247,5	270,0/247,5	180,0/180,0
Fe	1,0	1,1	2,1	2,1	2,3	2,7	2,7/2,7	2,7/2,7	1,5/2,7
<b>Витамины:</b>									
A (мкг)	42	204,5	204,6	204,5	75	105,0	150,0/150,0	150,0/150,0	150,0/120,0
B <sub>1</sub> (мг)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2/0,2	0,2/0,2	0,4/0,4
B <sub>2</sub> (мг)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3/0,2	0,3/0,3	0,4/0,4
PP (мг)	1,5	1,2	1,8	1,5	1,8	2,2	2,7/2,4	2,8/2,5	3,7/3,7
C (мг)	0,1	0,1	0,1	0,1	7,5	9,0	10,5/9,0	11,2/9,7	15,0/15,0

Как видно из таблицы 27 произошло увеличение всего витаминно-минерального комплекса в сравнении с контролем, а именно:

у образца № 4: PP на 25 %, Ca – 1 %, P – 3 %, Fe – 7 %, Mg – 15 %, A – 387%;

у образца № 11 : PP на 20 %, Na – 25 %; K – 86 %, Ca – 23 %, A – 387%, Mg – 379,6%, Fe – 110%;

у образца № 20: B<sub>1</sub> на 100 %, K – 40 %, Mg – 57 %; P – 56 %; Fe – 110 %.

Также исходя из сравнительного анализа видно, что образец № 4 (кукурузная/ рисовая мука) удовлетворяет суточную потребность в витамине A (204,5 мкг) у детей и взрослых.

Образец № 11 (кукурузная/тыквенная мука) удовлетворяет суточную потребность в минеральных веществах и витаминах: K (169,3 мг) у детей в возрасте 4-10 лет; Mg (94,5 мг) у детей в возрасте 4-17 лет и взрослых; P (199,1 мг) у взрослых; Fe (2,1 мг) у взрослых мужчин; A (204,6 мг) у детей и взрослых; PP (1,8 мг) у детей в возрасте 4-6 лет.

Образец № 20 (льняная/рисовая мука) удовлетворяет суточную потребность в минеральных веществах и витаминах: K (127,9 мг) у детей в возрасте 4-6 лет; Mg (50,9 мг) у детей в возрасте 4-10 лет, у девочек в возрасте 11-13 лет, у детей в возрасте 14-17 лет; Fe (2,1 мг) у взрослых мужчин; A (204,5 мг) у детей и взрослых; B<sub>1</sub> (0,2 мг) у детей в возрасте 4-17 лет.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что разработанные нами аглютеновые кексы относятся к высококалорийным, питательным и функциональным продуктам.

### **2.2.8 Влияние разработанных аглютеновых кексов на организм лабораторных животных**

В ходе проведения исследований определяли влияние аглютеновых кексов на организм лабораторных животных (крыс). Исследовали клинически здоровых животных, 10 самцов крыс весом 175-180 г. Лабораторных животных содержали по общепринятым методикам [90]. До

постановки эксперимента был выдержан период карантина – 21 день. Животные были разбиты на 2 группы по 5 крыс: 1 группа – контрольная, 2 группа – опытная. Контрольных животных кормили согласно общепринятой рецептуре полнорационных комбикормов для крыс, находящихся в краткосрочных экспериментах [84].

Таблица 28 – Рацион кормления для крыс, находящихся в краткосрочных экспериментах, %

Ингредиент	Контроль	Опытная группа
Кукуруза	-	27,3
Рис	-	27,4
Ячмень	40,0	-
Пшеница	42,6	-
Дрожжи кормовые	6,0	6,0
Мясокостная мука	3,0	3,0
Костная мука	1,2	1,2
Травяная мука	4,0	4,0
Мел	1,7	1,7
Соль поваренная	0,5	0,5
Премикс	1,0	1,0
Безглютеновые кексы	-	27,9

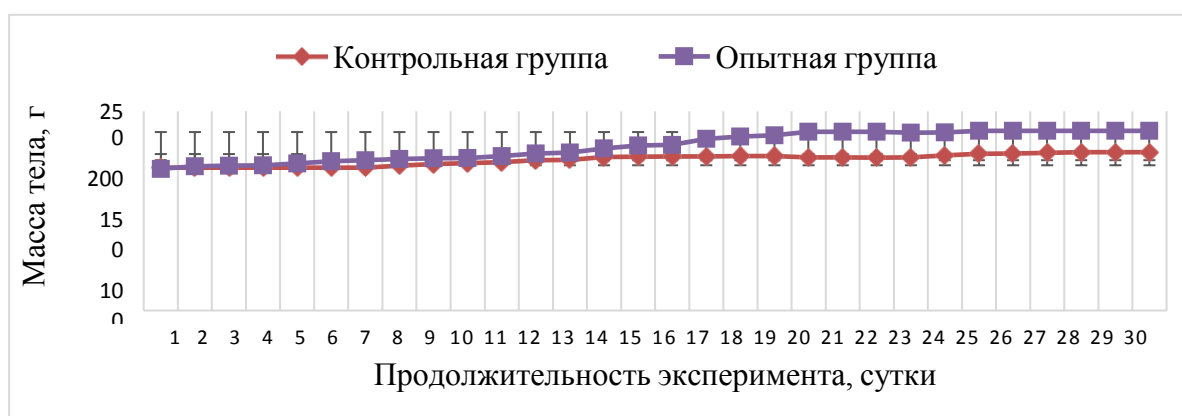


Рисунок 33 – Изменение живой массы лабораторных животных за период исследований.

В свою очередь в рационе для опытной группы животных производили замену глютен-содержащего сырья на цельные зерна риса и кукурузы, а также разработанные безглютеновые кексы (таблица 28).

Исходя из данных рисунков 33 и 34, нами было отмечено, что масса лабораторных животных увеличилась в период со 2 по 8 сутки у опытной

группы на 4 г и у контроля на 6 г. В процессе кормления у опытной группы животных наблюдали высокий прирост живой массы на 15 г на 6 сутки.

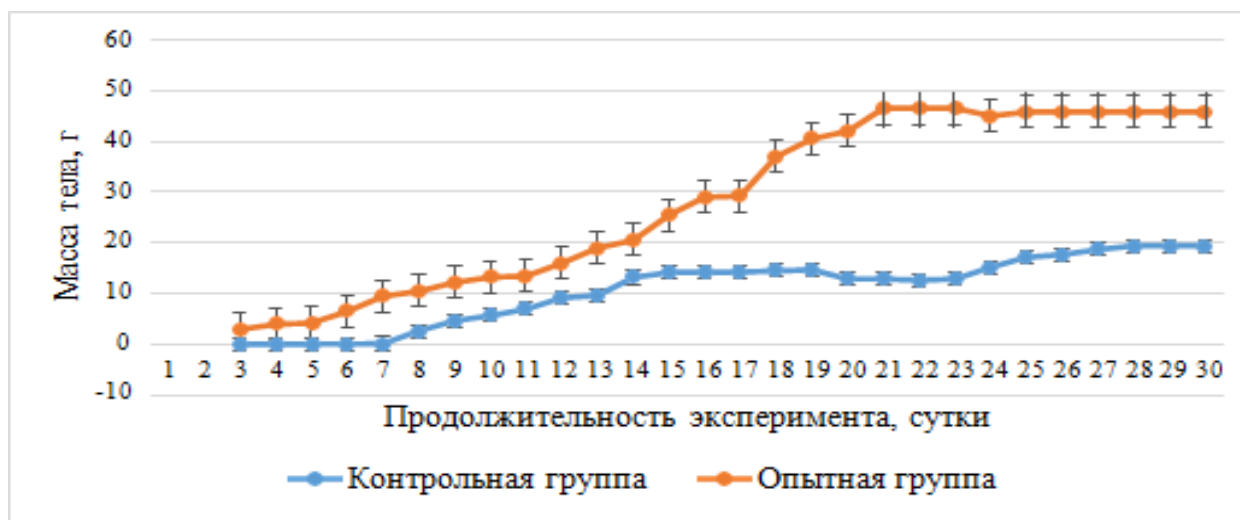


Рисунок 34 – Прирост живой массы лабораторных животных во время эксперимента

Одновременно у животных контрольной групп увеличение массы тела протекало более медленно и составило 10 г в этот же временной период. В результате отмечено, что у опытной группы животных произошло увеличение массы тела во время эксперимента на 45,3 г, у контрольной группы только на 7,0 г.

В ходе проведения микробиологических исследований содержимого толстого кишечника контрольной и опытной групп животных были определены количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), а также лактобактерий (*Lactobacillus*), клеток дрожжей и спор плесени. Исходя из данных таблицы 24, нами было отмечено, что количество КМАФАнМ в контрольной группе в 3 раза больше, чем в опытной. В свою очередь количество молочнокислых бактерий, а именно лактобацилл в опытной группе в 18,33 раза больше, чем в контроле.

Таблица 29 – Содержимое кишечника крыс в процессе эксперимента

Группы животных	КМАФАнМ, КОЕ/г	<i>Lactobacillus</i> , КОЕ/г	Клетки дрожжей и спор плесени
Контроль	3*10 <sup>6</sup> ±0,02	3*10 <sup>5</sup> ±0,03	-
Опытная группа	1*10 <sup>6</sup> ±0,01	6*10 <sup>9</sup> ±0,02	-

Примечания: - отсутствие роста микроорганизмов.

Таким образом, можно сделать вывод о положительном влиянии составленного рациона на состояние внутренней микрофлоры толстого кишечника крыс.

Таблица 30 – Морфологические показатели крови крыс

Наименование показателя	Ед. изм	1 сутки		30 сутки	
		Контроль	Опытная группа	Контроль	Опытная группа
Эритроциты	10 <sup>12</sup> /л	7,96±0,01	7,68±0,02	8,84±0,07	9,41±0,04
Гематокрит	%	44,28±0,05	45,46±0,03	51,37±0,06	52,01±0,05
Гемоглобин	г/л	148,11±0,05	150,18±0,08	159,21±0,04	164,51±0,03*
Ср. конц. гемогл. в эритроците	г/л	327,05±0,04	336,07±0,03*	337,03±0,05	338,02±0,04
Ширина распределения эритроцитов	%	16,30±0,06	16,90±0,02	16,50±0,08	16,90±0,03
Среднее содержание гемоглобина в эритроците	pg	16,50±0,05	16,90±0,04	16,70±0,07	16,90±0,08
Средний объём эритроцита	fl	49,00±0,03	50,00±0,02	48,00±0,09	49,00±0,05
Лейкоциты	10 <sup>9</sup> /л	8,92±0,02	8,11±0,01	8,10±0,05	8,88±0,08
Гранулоциты	%	22,70±0,06	29,10±0,05*	23,90±0,08	29,30±0,03*
Лимфоциты	%	65,60±0,05	68,90±0,08	73,90±0,07	76,90±0,04*
Моноциты	%	1,70±0,06	2,00±0,09	2,10±0,07	3,80±0,08*
Цветной показатель		1,50±0,08	1,40±0,01	1,40±0,05	1,50±0,02
Тромбоциты	10 <sup>9</sup> /л	687,01±0,07	674,03±0,09	695,02±0,05	699,05±0,03*
Средний объём тромбоцита	fl	7,80±0,07	8,00±0,07	7,80±0,08	8,30±0,02
Ширина распределения тромбоцитов		35,00±0,02	35,20±0,09	34,60±0,07	35,40±0,06
Тромбоцит	%	0,54±0,09	0,66±0,01	0,51±0,08	0,69±0,06

Примечание: \*P≤0,05

В таблице 30 представлены экспериментальные данные, полученные в результате исследований морфологических и биохимических показателей крови контрольной и опытной групп крыс.

На начало опыта морфологические показатели крови интактной и опытной группы лабораторных животных соответствовали значениям возрастной и физиологической нормы. В процессе исследований определили концентрацию эритроцитов, так как они играют важную функцию в организме, осуществляя транспорт кислорода [9]. Как видно из таблицы 30 на 1 сутки эксперимента концентрация эритроцитов у всех животных изучаемых групп находилась в пределах как возрастной, так и физиологической нормы и в среднем составляла  $7,82 \pm 0,02 * 10^{12}/л$ . По окончании эксперимента наблюдали, что концентрация эритроцитов у животных контроля составляла  $8,84 \pm 0,07 * 10^{12}/л$ , а в опытной группе –  $9,41 \pm 0,04 * 10^{12}/л$ .

В результате диагностических исследований крови на протяжении всего эксперимента, у всех лабораторных животных установлено, что такие показатели как – ширина распределения эритроцитов, среднее содержание гемоглобина в эритроците, средний объём эритроцита, гематокрит и средняя концентрация гемоглобина в 1 эритроците были в пределах физиологическо-возрастной нормы на стабильно одинаковом уровне. Как видно из данных таблицы 31 произошло незначительное повышение гематокрита с  $45,46 \pm 0,03$  (1 сутки эксперимента) до  $52,01 \pm 0,05$  % (30 сутки эксперимента) средней концентрации гемоглобина в 1 эритроците с  $336,07 \pm 0,03$  до  $338,02 \pm 0,04$  г/л в опытной группе. Известно, что средний объём эритроцитов (RBC) позволяет охарактеризовать анемию более точно и определить размер красных кровяных клеток крови, что при проведении наших исследований не наблюдали. Согласно полученным данным установлено, что использование аглютенного рациона не оказывало негативного воздействия на морфологические показатели крови опытных лабораторных животных, тем самым способствовало поддержанию общего гомеостаза в живом организме

и, следовательно, подтверждало биологическую безопасность изучаемого питания.

Известно, что гемоглобин – это железосодержащий пигмент крови, переносящий кислород из органов дыхания к тканям. В ходе исследований было установлено, что уровень гемоглобина в течение 30 суток увеличился в контроле на 11,10 г/л и в опытной на 14,33 г/л, следовательно, обменные процессы несколько интенсивнее протекали у животных в опытной группе.

Количество лейкоцитов у животных контрольной группы в течение всего эксперимента в среднем составляло  $8,51 \cdot 10^9$ /л, в свою очередь у опытной группы –  $8,49 \cdot 10^9$ /л, что находилось в пределах физиологической нормы, согласно их возрасту. Проведенный анализ содержания лейкоцитов указывал на отсутствие в организме изучаемых животных воспалительных процессов и значения показателей находились стабильно на одном уровне, что подтверждало биологическую безопасность применения аглютенового питания.

Согласно медицинской практике тромбоциты – элементы крови, обеспечивающие ее свертываемость. Общий анализ крови позволяет определить снижение количества тромбоцитов, а также предотвратить кровотечение [7]. У экспериментальных групп крыс отмечено повышение числа тромбоцитов в процессе эксперимента на  $8,01 \pm 0,01 \cdot 10^9$ /л в контроле и на  $25,00 \pm 0,01 \cdot 10^9$ /л в опытной группе соответственно. При этом полученные данные находились в пределах физиологической нормы, согласно их возрасту.

В результате проведенных гематологических исследований было установлено, что объем эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов, моноцитов, гемоглобина, гематокрита в крови изучаемых животных соответствовали установленной норме и животные являлись клинически здоровыми. Все вышеизложенное подтверждалось и данными, полученными из протоколов вскрытия животных – патологических изменений органов и тканей не обнаружено.



К одним из основных показателей крови относится концентрация общего белка в сыворотке, по ее уровню судят об интенсивности роста животного. В свою очередь на данный показатель влияют различные факторы: кормовая база, условия содержания, видовые и породные особенности животных.

Известно, что белки крови поддерживают кислотно-основное состояние, осмотическое давление, транспортируют гормоны, липиды, углеводы, а также отвечают за создание иммунного ответа в организме [44]. На 1 сутки опыта значения общего белка составляли в контрольной группе 71,50 г/л, а в опытной – 76,50 г/л. К окончанию исследований содержание общего белка у опытной группы увеличилось в среднем на 6 % по сравнению с контролем. Полученные данные свидетельствовали о том, что крысы опытной группы обладали повышенным иммунитетом к воздействию негативных внешних факторов.

Таблица 31 – Биохимический анализ показателей крови экспериментальных крыс

Показатели	Ед. изм.	1 сутки		30 сутки	
		Контроль	Опытная группа	Контроль	Опытная группа
Общ. белок	г/л	71,50±3,45	76,50±4,01	84,40±3,12	88,50±3,96*
Альбумины	г/л	23,70±1,56	28,10±2,09	32,80±1,94	35,10±2,12*
Глобулины	г/л	33,74±2,31	38,20±2,49*	43,10±3,04	45,70±2,95*
АЛТ	Е/л	60,90±4,12	59,80±4,18	76,90±5,28	77,50±4,92
АСТ	Е/л	152,40±9,76	141,00±15,81	182,20±21,08	185,80±18,39*
Щелочная фосфатаза	Е/л	187,90±26,91	182,40±21,86	222,10±17,63	223,20±27,01*
Мочевина	Ммоль/л	6,70±0,69	6,60±1,32	7,10±0,94	7,20±1,18
Креатинин	Моль/л	50,20±6,87	41,30±5,73	71,80±7,82	68,60±7,13
Глюкоза	Моль /л	5,70±0,97	6,80±0,68	7,50±0,34	7,80±1,04

Примечание: \*P≤0.05

В связи с тем, что альбумины играют большую роль в поддержании осмотического давления (до 80 %), транспортируют свободные жирные кислоты, жирорастворимые стероиды, витамины, ионы  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$ , некоторые лекарственные средства, то нами было изучено их содержание в крови опытных

животных [5]. На начало эксперимента содержание альбуминов у животных контрольной группы было ниже на 4,4 г/л, чем в опытной. В свою очередь, в конце эксперимента тенденция незначительного превосходства данного показателя в опытной группе, по сравнению с контрольной сохранилась.

В ходе исследований было изучено содержание глобулинов в крови у всех подопытных животных для определения иммунобиологического статуса организма крыс, так как они отвечают за свертываемость крови, транспорт липидов, а также являются ингибиторами протеолитических ферментов. На основании того, что о функциональной активности живого организма можно судить по уровню двух эндогенных ферментов – аспартатаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ), то нами они были изучены в ходе эксперимента. В результате установлено, что значения АСТ и АЛТ у всех изучаемых групп животных соответствовали физиологической и возрастной нормам и находились относительно на стабильном уровне. Так, в начале исследований в опытной группе показатели АСТ и АЛТ составляли в среднем –  $141,00 \pm 15,81$  ед/л и  $59,80 \pm 4,18$  ед/л, а в конце эксперимента  $185,80 \pm 18,39$  ед/л и  $77,50 \pm 4,92$  ед/л соответственно.

В клинической диагностике по количеству мочевины в крови можно определить уровень состояния азотистого равновесия в живом организме. Мочевина синтезируется печенью во время цикла Кребса из аминокислот с помощью ферментных систем. Мочевина представляет собой примерно  $\frac{1}{2}$  всего остаточного азота, то есть так называемые небелковые азотосодержащие вещества сыворотки крови, которые являются остатком после осаждения белков. В случаях повышенного содержания мочевины в сыворотке крови речь идет об повышенном распаде белка в организме животных, и скорее всего, это связано с воспалительными процессами [5]. В начале эксперимента количество мочевины в сыворотке крови животных контрольной группы составляло 6,70 ммоль/л, а в конце – 7,10. Эта же динамика наблюдалась и в опытной группе с 6,60 до 7,20 ммоль/л соответственно.

Показатели креатинина у контрольной и опытной групп на начало эксперимента составляли 50,20 и 41,30 моль/л соответственно. Через 30 суток у контрольной и опытной групп данный показатель составил 71,80 и 68,60 моль/л, что находилось в пределах их физиологической нормы, согласно их возрасту.

Таким образом, добавление в рационы экспериментальных крыс аглютеновых кормов не оказало негативного воздействия на исследуемые морфологические и биохимические показатели крови, а, напротив несколько улучшало течение метаболических процессов поддерживая при этом гомеостаз организма, что свидетельствовало о биологической безопасности применения аглютеновой продукции для лабораторных животных.

### 2.3 Маркетинговые исследования

Нами были проведены маркетинговые исследования о наличии специальных продуктов для людей страдающих целиакией. Результаты анализа показали скудность ассортимента продуктов и узкий круг предприятий пищевой промышленности, выпускающих специализированную, персонифицированную продукцию. Поэтому расширение ассортимента продукции является важной задачей, решение которой вписывается в государственную программу здорового питания населения страны.

Основные производители продуктов, не содержащих глютен, которые присутствуют на рынке России, это следующие производители: Glutano (Германия), Dr. Schär (Италия), «Здоровей» (Россия), «Dr.Korner» (Россия). На рисунке 35 представлены основные торговые сети города Саратова, реализующие безглютеновые продукты питания.

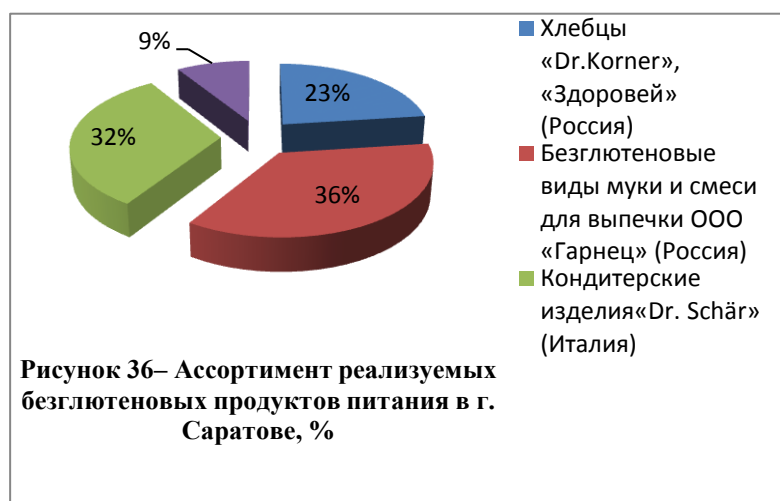


Как видно из рисунка 35, наибольшая доля (30%) приходится на торговые сети «Пятый урожай» и «Здоровое питание», далее следует

«Окей» - 20%, а на такие торговые сети, как «Метро» и «Лента» приходится 10% реализации безглютеновых продуктов питания.

В настоящее время в Саратовской области ассортимент безглютеновой продукции в основном представлен смесями для выпечки безглютенового хлеба, различным ассортиментом безглютеновых видов муки (рисовая, гречневая, льняная, кукурузная, нутовая, тыквенная ООО «Гарнец», Россия), кондитерскими изделиями («Dr. Schär», Италия), макаронными изделиями «Мак Мастер», а также безглютеновыми хлебцами «Dr.Korner», «Здоровей» (Россия).

Как видно из рисунка 36 наибольший удельный вес от реализации



приходится на безглютеновые виды муки и смеси для выпечки ООО «Гарнец» - 36%; далее следуют кондитерские изделия «Dr. Schär» - 32%; 23% приходятся на хлебцы «Dr.Korner» и «Здоровей» и

лишь 9% на макаронные изделия «Мак Мастер».

Потребительский спрос безглютеновых продуктов питания постоянно растет и необходимо обеспечивать данную категорию людей специализированными продуктами питания постоянно. При этом в Саратовской области безглютеновые продукты представлены либо импортной продукцией, либо отечественной продукцией, производящейся в европейской части России с достаточно узким ассортиментом. Именно поэтому в Саратовской области возникает необходимость обеспечения больных людей качественными и доступными рецептурами безглютеновых диетических изделий.

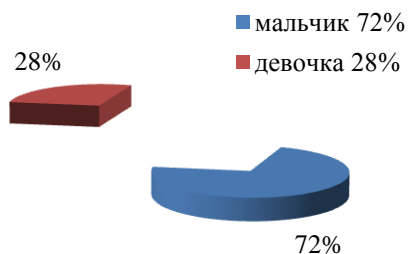
Совместно с Благотворительным фондом «Александр Невский», который более 10 лет работает с семьями с особыми детьми, был проведен

социологический опрос в форме анкетирования. Родителями были заполнены 52 анкеты.

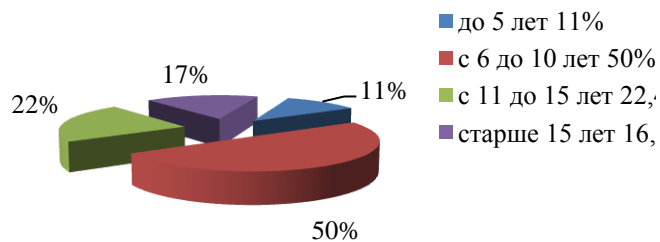
Как видно из рисунка 37 большинство респондентов (77,7 %) соблюдали режим питания ребенка. Все опрошенные семьи организовывали для своего ребенка активный образ жизни. Отвечая на вопрос, связанный с непереносимостью продуктов, респонденты указали, что знакомы с проблемами: непереносимости коровьего молока – 36 %, диабета – 35 %; непереносимости белковых продуктов – 19 % и целиакии – 9,6 %. При этом не знали о безглютеновых продуктах питания 66,6 % опрошенных, а включают в свой рацион такие продукты всего лишь 16,7 % семей. На вопрос о приобретении детской специализированной продукции распределение среди торговых точек представлено следующим образом, лидирующее положение занимали сети гипермаркетов «Лента» (21,1 %), «Пятерочка» (19,2 %) и «Магнит» (17,3 %). Затем следовали такие торговые сети, как «Семейный» и «Ашан» – 9,6 %, «Окей» – 7,6 %, «Гроздь» и «Метро» – 5,7 %. Замыкали список торговых точек, такие как «Карусель» и «Спутник» всего – 1,9 %.

В результате проведенного социологического опроса все опрошенные семьи считали, что расширение ассортимента диетических продуктов питания, направленных на поддержание жизненно важных функций здоровья людей с таким заболеванием как целиакия, является важной задачей пищевой отрасли. Поэтому необходимо разрабатывать безглютеновую продукцию.

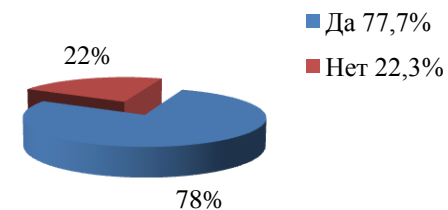
1. Укажите пол вашего ребенка



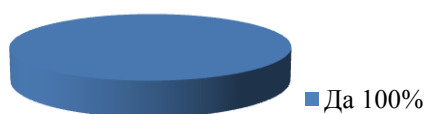
2. Укажите возраст ребенка:



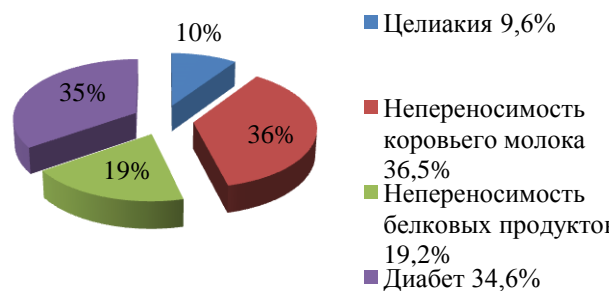
3. Соблюдаете ли Вы режим питания ребенка?



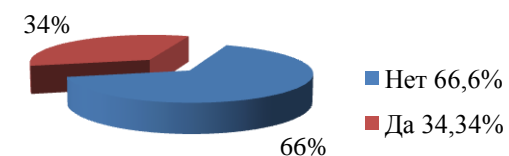
4. Организуете ли Вы для Вашего ребенка активный образ жизни?



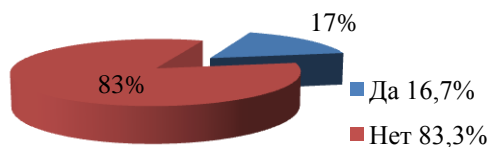
5. Какие заболевания, связанные с непереносимостью продуктов питания Вы знаете?



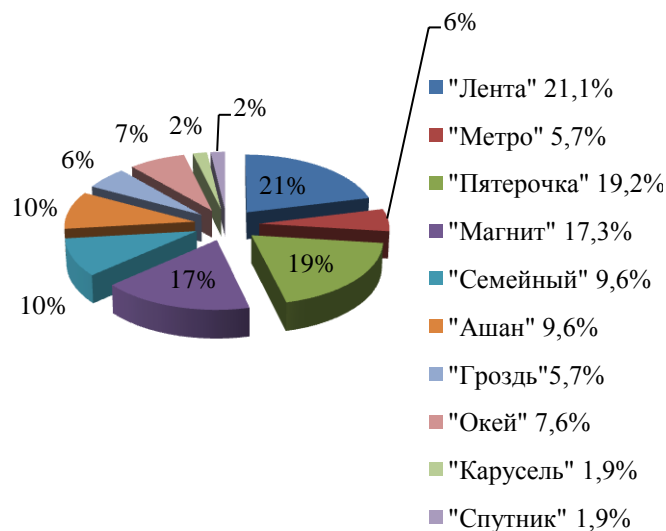
6. Знаете ли Вы что – либо о безглютеновых продуктах питания?



7. Употребляли ли в Вашей семье безглютеновые продукты питания?



8. В каких торговых сетях Вы предпочитаете специализированные продукты питания для детей?



9. Считаете ли Вы, что расширение ассортимента диетических продуктов питания, направленных на поддержание жизненно важных функций здоровья людей с такими пищевыми аллергиями как целиакия, является важной задачей пищевой отрасли?

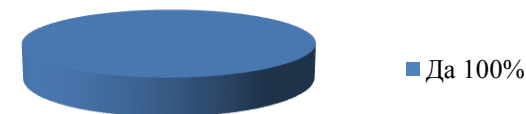


Рисунок 37 – Ответы респондентов-семей с особыми детьми

## **2.4 Экономическая целесообразность аглютенных кексов из смеси кукурузной и рисовой муки, кукурузной и тыквенной муки, льняной и рисовой муки**

Для оценки экономической эффективности производства аглютенных кексов из смеси кукурузной и рисовой, кукурузной и тыквенной, льняной и рисовой муки составлен расчёт себестоимости продукции по методике О.Н. Гегечкори [9].

Численность рабочих определяется на основе прогрессивных норм затрат труда, а фонд заработной платы – на основе действующей системы оплаты труда в соответствующей отрасли. Численность руководителей, специалистов, служащих, фонд их заработной платы устанавливаются штатным расписанием в зависимости от годового объема производства. Для определения среднесписочного числа рабочих необходимо рассчитать плановый годовой фонд рабочего времени одного рабочего (таблица 32).

### **Результаты и обсуждения**

Численность рабочих определяется на основе прогрессивных норм затрат труда, а фонд заработной платы – на основе действующей системы оплаты труда в соответствующей отрасли. Численность руководителей, специалистов, служащих, фонд их заработной платы устанавливаются штатным расписанием в зависимости от годового объема производства. Для определения среднесписочного числа рабочих необходимо рассчитать плановый годовой фонд рабочего времени одного рабочего (таблица. 32).

Таблица 32 – Годовой фонд рабочего времени одного работника

<b>Показатель</b>	<b>Значение</b>
Календарный фонд рабочего времени, дни	365
Выходные и праздники, дни	12
Номинальный фонд рабочего времени, дни	353
Продолжительность рабочего дня, ч	1
Среднее число смен в месяце, дни	23
Годовой полезный фонд рабочего времени одного работника, ч	353



Годовой фонд заработной платы промышленно-производственного персонала приведен в таблице 33

Таблица 33 – Расчет годового фонда заработной платы

Категории работников	Явочная численность работников, чел.	Норматив оплаты труда за час, руб.	Премия (25%), руб.	Продолжительность рабочего времени в смену, ч	Годовой фонд заработной платы, руб
Повар	1	125	31,25	1	55156,25
Посудомойщица	1	100	25	1	44125,00
Технолог	1	135	33,75	1	59568,75
Итого					158850

Режим работы предприятия приведен в таблице 34.

Таблица 34 – Режим работы предприятия

Продукт	Количество рабочих дней в году	Количество смен в сутки	Продолжительность смен, ч	Выработка продуктов		
				Смена, т	Сутки, т	Год, т
Кекс из смеси кукурузной и рисовой муки	39	1	1	0,03	0,03	2,34
Кекс из смеси кукурузной и тыквенной муки	39	1	1	0,03	0,03	2,34
Кекс из смеси льняной и рисовой муки	39	1	1	0,03	0,03	2,34
Итого	117					7,02
Итого среднесуточное						0,03

Среднесуточно производится 0,03 т

Расчет производственной программы

Производственная мощность линии за год (Мгод, т):

$$M_{\text{год}} = V_{\text{см}} \cdot T_{\text{г}} \cdot n = 0,03 \cdot 117 \cdot 1 = 3,51 \text{ т}$$

где  $T_{\text{г}}$  – годовой фонд времени работы технологической линии, рабочих дней в году;  $V_{\text{см}}$  – производственное задание на заключительных рабочих местах потока, т/смену;  $n$  – число смен в сутки.

Проектируемый годовой выпуск продукции в натуральном выражении на линии ( $V_{\text{год}}$ , т):

$$V_{\text{проект}}^{\text{см}} = V_{\text{см}} \cdot K_{\text{коэф}} = 0,03 \cdot 0,8 = 0,024 \text{ т};$$

где  $K_{\text{коэф}}$  – коэффициент загрузки основного оборудования (принимается равным 80 %).

$$V_{\text{год}} = V_{\text{проект}}^{\text{см}} \cdot T_{\text{г}} \cdot n = 0,024 \cdot 117 \cdot 1 = 2,81 \text{ т}$$

Коэффициент использования производственной мощности линии ( $K_{\text{исп}}$ ):

$$K_{\text{исп}} = \frac{V_{\text{год}}}{M_{\text{год}}} = \frac{2,81}{3,51} = 0,8$$

Таблица 35 – Стоимость устанавливаемого оборудования

Наименование принятого к установке оборудования	Кол-во, шт.	Марка	Стоимость единицы оборудования, руб.	Общая стоимость, руб.	Продолжительность работы, ч	Мощность, кВт	
Весы	1	CAS SWII-2	6861	6861	1	0,4	0,4
Водонагреватель	1	Kocateq WB16Luxe	5860	5860	1	1,5	1,5
Пароконвектомат	1	Rational SelfCooking Center® SCC61	769488	769 488	0,25	11	2,75
Ванна моечная	1	Kocateq STR66G	20246	20246			
Миксер	1	Spar SP502A	41177	41177	0,0833	0,75	0,063
Стол производственный секционный модулированный	2	Kocateq SAT66A	15893	31786			
Стеллаж передвижной	1	Kocateq DM3433	46492	46 492			
Холодильник	1	Koreco HR600SS	58792	58792	24	0,188	4,512
Бачок для отходов	1	Метос - 255-251	3000	3000			
Раковина	1		4000	4000			
Итого				987684		13,838	9,23

Сменная производственная мощность ( $M_{см}$ , т):

$$M_{см} = \frac{P_{п} \cdot K \cdot T_{см} \cdot K_{исп}}{1000} = \frac{62 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8}{1000} = 0,05 \text{ т}$$

где  $P_{п}$  – паспортная производительность ведущего оборудования (для изготовления 1 наименования изделия на 300 человек), кг/ч;  $K$  – количество единиц ведущего оборудования;  $T_{см}$  – установленная длительность смен, ч;  $K_{исп}$  – коэффициент использования данного вида оборудования.

Суточная производственная мощность ( $M_{сут}$ , т):

$$M_{сут} = n \cdot M_{см} = 1 \cdot 0,05 = 0,05 \text{ т.}$$

Годовая производственная мощность ( $M_{г}$ , т):

$$M_{г} = M_{сут} \cdot T_{сут} = 0,05 \cdot 117 = 5,85 \text{ т,}$$

где  $T_{сут}$  – годовой фонд рабочего времени.

Для приготовления разработанной кулинарной продукции было подобрано следующее технологическое оборудование согласно нормам оснащения диетических столовых и технологической схемы.

Расчет капитальных затрат

Капитальные вложения на приобретение машин, оборудования, инвентаря, на их транспортировку и монтаж представлены в таблице 19.

Цены взяты с официального сайта (Практика на 1.01.2020 г)

Расходы на транспортировку оборудования ( $Q_{тр}$ , руб)

$$Q_{тр} = Q_{об} \cdot 0,05 = 987684 \cdot 0,05 = 49384,20 \text{ руб.}$$

где  $Q_{об}$  – общая стоимость оборудования.

Расходы на монтаж  $Q_{монт}$ , руб):

$$Q_{монт} = Q_{об} \cdot 0,1 = 987684 \cdot 0,1 = 98768,40 \text{ руб,}$$

Амортизационные отчисления ( $Q_{ам}$ , руб):

$$Q_{ам} = Q_{об} \cdot 0,03 = 987684 \cdot 0,03 = 29630,52 \text{ руб.}$$

Первоначальные капитальные затраты:

$$Q_{кап} = Q_{об} + Q_{тр} + Q_{монт} + Q_{ам} = 987684 + 49384,20 + 98768,40 + 29630,52 = 1165467,12 \text{ руб.}$$

### Текущие издержки производства

Для исчисления себестоимости отдельных видов продукции затраты предприятия группируются и учитываются по статьям калькуляции. Основными положениями по учету и калькулированию себестоимости продукции установлена типовая группировка затрат по статьям калькуляции.

Расходы на сырье и материалы определяются по таблицам 36 - 38.

Стоимость сырья и материалов, используемых в производстве ( $C_i$ , руб):

$$C_i = \sum C_j \cdot N_{ij}$$

где  $C_j$  – стоимость единицы  $i$ -го ресурса, руб;  $N_{ij}$  – норма расхода  $j$ -го ресурса на единицу  $i$ -го ресурса, руб.

Таблица 36 - Расчёт себестоимости 1 кг готового кекса из смеси кукурузной и рисовой муки

Наименование ингредиентов	Ед. изм	Кекс из смеси кукурузной и рисовой муки	Цена за 1 кг., руб	Стоимость сырья, руб
Мука кукурузная	г	1877,00	80,99	152,02
Мука рисовая	г	1877,00	109,00	204,59
Сахар – песок	г	2430,00	22,90	55,65
Масло сливочное	г	3600,00	81,60	293,76
Яйца	г	1976,00	99,00	195,62
Арахис	г	988,00	156,00	154,13
Пудра рафинадная		119,00	79,00	9,40
Ванилин	г	19,80	1666,67	33,00
Аммоний углекислый		9,90	100,00	0,99
Масса готового изделия		10000		1099,16
На 1 кг готового изделия				109,91

Таблица 37 - Расчёт себестоимости 1 кг готового кекса из смеси кукурузной и тыквенной муки

Наименование ингредиентов	Ед. изм	Кекс из смеси кукурузной и тыквенной муки	Цена за 1 кг, руб	Стоимость сырья, руб
1	2	3	4	5
Мука кукурузная	г	1877,00	80,99	152,02
Мука тыквенная	г	1877,00	98,00	183,94
Сахар – песок	г	2430,00	22,90	55,65
Масло сливочное	г	3600,00	81,60	293,76
Яйца	г	1976,00	99,00	195,62
Арахис	г	988,00	156,00	154,13
Пудра рафинадная	г	119,00	79,00	9,40

1	2	3	4	5
Ванилин	г	19,80	1666,67	33,00
Аммоний углекислый	г	9,90	100,00	0,99
Масса готового изделия		10000,00		1078,51
На 1 кг готового изделия				107,85

Таблица 38 - Расчёт себестоимости 1 кг готового кекса из смеси льняной и рисовой муки

Наименование ингредиентов	Ед. изм	Кекс из смеси кукурузной и тыквенной муки	Цена за 1 кг., руб	Стоимость сырья, руб
Мука рисовая	г	2627,80	109,00	286,43
Мука льняная	г	1126,20	147,50	166,11
Сахар – песок	г	2430,00	22,90	55,65
Масло сливочное	г	3600,00	81,60	293,76
Яйца	г	1976,00	99,00	195,62
Арахис	г	988,00	156,00	154,13
Пудра рафинадная	г	119,00	79,00	9,40
Ванилин	г	19,80	1666,67	33,00
Аммоний углекислый	г	9,90	100,00	0,99
Масса готового изделия		10000,00		1195,90
На 1 кг готового изделия				119,59

Вода и энергия на технологические цели

Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии = 7,74 руб. Потребное количество электроэнергии для производства 1 т продукции составляет  $16,13 \cdot 9,23 = 148,88$  кВт/ч.

$$Сэл = 148,88 \cdot 7,74 = 1152,33 \text{ руб/т.}$$

Стоимость 1 м<sup>3</sup> горячей воды на технологические нужды = 27,65 руб., холодной воды – 25,11

Потребное количество холодной воды на 1 смену в среднем составляет 0,38 м<sup>3</sup>, горячей воды – 0,074 м<sup>3</sup>. Для производства 1 т изделий на технологические нужды составляет 7,32 м<sup>3</sup>.

$$Св = 7,32 \cdot 52,76 = 386,20 \text{ руб.}$$

Заработная плата на единицу продукции (з, руб):

$$з = \frac{З_{осн}}{В_{год}} = \frac{158850}{2,81} = 56530,25 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды (Зстрах, руб):

$$\text{Зстрах} = z \cdot 0,301 = 56530,25 \cdot 0,301 = 517015,61 \text{ руб.}$$

Расходы на подготовку и освоения производства (Спод , руб) включают пусковые расходы:

$$\text{Спод} = z \cdot 0,1 = 56530,25 \cdot 0,1 = 5653,03 \text{ руб.}$$

Транспортные расходы (Ст , руб.):

$$\text{Ст} = z \cdot 0,01 = 56530,25 \cdot 0,01 = 565,30 \text{ руб.}$$

Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования (Сэ.об. , руб):

$$\text{Сэ.об.} = z \cdot 0,05 = 56530,25 \cdot 0,05 = 2826,51 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные расходы (освещение и отопление цеха, содержание административного аппарата, цеха и прочее, амортизация):

$$\text{Сцех} = z \cdot 0,2 = 56530,25 \cdot 0,2 = 11306,05 \text{ руб.}$$

Общехозяйственные расходы:

$$\text{Собщ} = z \cdot 0,05 = 56530,25 \cdot 0,05 = 2826,51 \text{ руб.}$$

Амортизация на единицу продукции (Q, руб):

$$Q = \frac{Q_{\text{ам}}}{V_{\text{год}}} = \frac{29630,52}{2,81} = 10544,67 \text{ руб.}$$

$$\text{Спр} = \text{Сі} + \text{Сэл} + \text{Св} + z + \text{Зстрах} + \text{Спод} + \text{Ст} + \text{Сэ.об.} + \text{Сцех} + \text{Собщ} + Q$$

Таблица 39 - Производственная себестоимость 1 т продукции (Спр)

Наименование показателя	Кекс из смеси кукурузной и рисовой муки:	Кекс из смеси кукурузной и тыквенной муки:	Кекс из смеси льняной и рисовой муки
1	2	3	4
Сі - стоимость сырья и материалов, используемых в производстве	109 916,00	107 851,00	119 590,00
Сэл - электроэнергия на технологические нужды	1152,33	1152,33	1152,33
Св - вода на технологические нужды	386,20	386,20	386,20
З - заработная плата на единицу продукции	56530,25	56530,25	56530,25

1	2	3	4
Зстрах - отчисления на социальные нужды	17015,61	17015,61	17015,61
Спод - расходы на подготовку и освоения производства	5653,03	5653,03	5653,03
Ст - транспортные расходы	565,30	565,30	565,30
Сэ.об - расходы по содержанию и эксплуатации оборудования	2826,51	2826,51	2826,51
Ссех - общепроизводственные расходы	11306,05	11306,05	11306,05
Собщ - общехозяйственные расходы	2826,51	2826,51	2826,51
Q - Амортизация на единицу продукции	10544,67	10544,67	10544,67
Спр- полная себестоимость 1 т продукции	218722,19	216657,19	228396,19

Внепроизводственные расходы (Свн, руб):

$$\text{Свн} = \text{Спр} \cdot 0,05$$

При производстве кекса из смеси кукурузной и рисовой муки:

$$\text{Свн1} = 218722,19 \cdot 0,05 = 10936,11 \text{ руб.}$$

При производстве кекса из смеси кукурузной и тыквенной муки:

$$\text{Свн2} = 216657,19 \cdot 0,05 = 10832,86 \text{ руб.}$$

При производстве кекса из смеси льняной и рисовой муки:

$$\text{Свн3} = 228396 \cdot 0,05 = 11419,81 \text{ руб.}$$

Таблица 40 - Внепроизводственные расходы (Свн)

Наименование показателя	Кекс из смеси кукурузной и рисовой муки	Кекс из смеси кукурузной и тыквенной муки	Кекс из смеси льняной и рисовой муки
Спр-Производственная себестоимость	218722,19	216657,19	228396,19
Свн - Внепроизводственные расходы	10936,11	10832,86	11419,81

Полная себестоимость 1 т продукции:

$$\text{С} = \text{Спр} + \text{Свн}$$

Полная себестоимость кекса из смеси кукурузной и рисовой муки:

$$\text{С1} = 218722,19 + 10936,11 = 229658,30 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость кекса из смеси кукурузной и тыквенной муки:

$$C2 = 216657,19 + 10832,86 = 227490,05 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость кекса из смеси льняной и рисовой муки:

$$C3 = 228396,19 + 11419,81 = 239816,00 \text{ руб.}$$

Таблица 41 - Полная себестоимость 1 т продукции

Наименование показателя	Кекс из смеси кукурузной и рисовой муки	Кекс из смеси кукурузной и тыквенной муки	Кекс из смеси льняной и рисовой муки
Спр -Производственная себестоимость	218722,19	216657,19	228396,19
Свн -Внепроизводственные расходы	10936,11	10832,86	11419,81
С - Полная себестоимость	229658,30	227490,05	239816,00

Цена проектируемой продукции:

$$C_{\text{проект}} = C + (C \cdot \Delta\Pi)$$

где  $\Delta\Pi$  – плановый коэффициент прибыли (50%):

1 т кекса из смеси кукурузной и рисовой муки:

$$C_{\text{проект 1}} = 229658,30 + 114829,15 = 344487,45 \text{ руб.};$$

1 килограмм кекса из смеси кукурузной и рисовой муки :

$$C_{\text{проект 1}} = \frac{344487,45}{1000} = 344,49 \text{ руб.}$$

1 т кекса из смеси кукурузной и тыквенной муки:

$$C_{\text{проект 2}} = 227490,05 + 113745,00 = 341235,05 \text{ руб.};$$

1 килограмм кекса из смеси кукурузной и тыквенной муки :

$$C_{\text{проект 2}} = \frac{341235,05}{1000} = 341,24 \text{ руб.}$$

1 т кекса из смеси льняной и рисовой муки:

$$C_{\text{проект 3}} = 239816,00 + 119908,00 = 359724,00 \text{ руб.};$$

1 килограмм кекса из смеси льняной и рисовой муки :

$$C_{\text{проект 3}} = \frac{359724,0}{1000} = 359,72 \text{ руб.}$$



Таблица 42 - Цена проектируемой продукции

Наименование показателя	Кекс из смеси кукурузной и рисовой муки	Кекс из смеси кукурузной и тыквенной муки	Кекс из смеси льняной и рисовой муки
Цпроект	344,49	341,24	359,72

Объём производства (рассчитывается в стоимости выражения):

$$ТП = Вгод \cdot Цпр$$

где Цпр – средняя цена единица изделия за 1 кг, руб; Вгод – годовой выпуск продукции в натуральном выражении.

Поскольку в год выпускается кекса из смеси кукурузной и рисовой муки, 2,34т (23 400 порций) кекса из смеси кукурузной и тыквенной муки, 2,34т (23 400 порций) кекса из смеси льняной и рисовой муки, 2,34 т (23 400 порций), готовый выпуск продукции в натуральном выражении составит:

$$ТП=(344,49 * 2,81 + 341,24 * 2,81+ 359,72 * 2,81)*1000= (968,02 + 958,88 + 1010,81) * 1000= 2937713,20 \text{ руб.}$$

Таблица 43 - Объём производства

Наименование показателя	Кекс из смеси кукурузной и рисовой муки	Кекс из смеси кукурузной и тыквенной муки	Кекс из смеси льняной и рисовой муки
Цпроект	344,49	341,24	359,72
Вгод – годовой выпуск продукции в натуральном выражении	2,81	2,81	2,81
ТП - объём производства	2937713,20		

#### Расчет прибыли и рентабельности

К показателям экономической эффективности относятся абсолютные и относительные показатели, характеризующие увеличение, прибыли при внедрении проектного решения.

Полная себестоимость готовой продукции (Стп, руб) – годовые затраты на производства продукта :

$$\text{Стп} = \text{С} \cdot \text{Вгод} = 229658,30 \cdot 2,81 + 227490,05 \cdot 2,81 + 239816,00 \cdot 8,47 = 645339,82 + 639247,04 + 673882,96 = 1958469,82 \text{ руб.}$$

где С – себестоимость продукции по калькуляции.

Таблица 44 - Полная себестоимость готовой продукции (Стп, руб) – годовые затраты на производства продукта

Наименование показателя	Кекс из смеси кукурузной и рисовой муки:	Кекс из смеси кукурузной и тыквенной муки:	Кекс из смеси льняной и рисовой муки
С - Полная себестоимость	229658,30	227490,05	239816,00
В год – годовой выпуск продукции в натуральном выражении	2,81	2,81	2,81
Стп - Полная себестоимость готовой продукции	1958469,82		

Расчет прибыли:

$$\text{Птп} = \text{ТП} - \text{Стп} = 29377,20 - 1958469,82 = 979243,38 \text{ руб.}$$

Налог на прибыль:

$$\text{Нп} = 0,06 \cdot \text{Птп} = 0,06 \cdot 979243,38 \text{ руб} = 58754,60 \text{ руб.}$$

Чистая прибыль за год:

$$\text{Пч} = \text{Птп} - \text{Нп} = 979243,38 - 58754,60 = 920488,78 \text{ руб.}$$

Расчет рентабельности:

$$P = \frac{\text{П}_{\text{тп}}}{\text{С}_{\text{тп}}} \cdot 100 = \frac{979243,38}{1958469,82} \cdot 100 = 50 \%$$

Расчет экономического эффекта за срок службы оборудования (Эсл, руб):

$$\text{Э}_{\text{сл}} = \frac{\text{ТП} - \text{С}_{\text{тп}}}{\text{К}_{\text{п}} + \text{Е}_{\text{н}}} = \frac{2937713,20 - 1958469,82}{1 + 0,1} = 1890221,26 \text{ руб.}$$

где Кп – норма реновации основных фондов при использовании продукции.

Срок окупаемости капитальных вложений (Ток, года):

$$T_{\text{ок}} = \frac{Q_{\text{кап}}}{P_{\text{ч}}} = \frac{1165467,12}{920488,78} = 1,27 \text{ года}$$

Таблица 45 – Экономическая эффективность производства

№ п/п	Показатель	Ед.изм.	Значение в год
1	Мощность	т	2,81
2	Производственная себестоимость (1 т продукции): - кекса из смеси кукурузной и рисовой муки - кекса из смеси кукурузной и тыквенной муки - кекса из смеси льняной и рисовой муки	руб	218722,19 216657,19 228396,19
3	Полная себестоимость (1 т продукции): - кекса из смеси кукурузной и рисовой муки - кекса из смеси кукурузной и тыквенной муки - кекса из смеси льняной и рисовой муки	руб	229658,30 227490,05 239816,00
4	Прибыль производства	руб	979243,38
5	Рентабельность	%	50
6	Срок окупаемости	год	1,27

Показатели эффективности использования основных фондов

Фондоотдача (Ф<sub>о</sub>) характеризует выпуск продукции в денежном выражении на один рубль основных фондов, руб/руб, т.е. показывает насколько эффективно использование последних:

$$F_o = \frac{P_{\text{п}}}{O\Phi} = \frac{2937713,20}{1165467,12} = 2,52 \text{ руб/руб,}$$

где P<sub>п</sub> = ТП – объем производства (реализации) продукции или услуг, руб;

OФ = Q<sub>кап</sub> – среднегодовая стоимость основных фондов.

Фондоемкость (Ф<sub>е</sub>) – обратный показатель фондоотдачи, показывает, какое количество основных фондов приходится на один рубль продукции (коэффициент закрепления основных средств), руб/руб:

$$F_e = \frac{O\Phi}{P_{\text{п}}} = \frac{1165467,12}{2937713,20} = 0,40 \text{ руб/руб,}$$

Фондовооруженность (Ф<sub>в</sub>) характеризует уровень механизации и автоматизации труда, руб/чел:

$$\Phi_B = \frac{O\Phi}{\text{Ч}_{\text{СП}}} = \frac{1165467,12}{3} = 388489,04 \text{ руб/чел,}$$

где  $\text{Ч}_{\text{СП}}$  – наибольшая среднесписочная численность рабочих в смену, чел.

Основные расчетные показатели экономической эффективности проекта производства аглютеновых кексов представлены в таблице 46.

Таблица 46 – Основные технико-экономические показатели проекта

Показатель	Ед. изм.	Значение в год
Годовая производственная мощность	т	2,81
Себестоимость единицы продукции, т:		
- кекса из смеси кукурузной и рисовой муки	руб.	10936,11
- кекса из смеси кукурузной и тыквенной муки		10832,86
- кекса из смеси льняной и рисовой муки		11419,81
Оптовая цена единицы продукции, порция:		
- кекса из смеси кукурузной и рисовой муки	руб.	344,49
- кекса из смеси кукурузной и тыквенной муки		341,24
- кекса из смеси льняной и рисовой муки		359,72
Затраты на 1 рубль товарной продукции	руб.	0,40
Капитальные затраты	руб.	1165467,12
Численность промышленно-производственного персонала	чел.	3
Фонд оплаты труда	руб.	330000
Прибыль	руб.	979243,38
Налог на прибыль	руб.	58754,60
Чистая прибыль	руб.	920488,78
Рентабельность	%	50
Фондоотдача	руб./руб.	2,52
Срок окупаемости	лет	1,27

Экономическую эффективность предлагаемой разработки рассчитывали на базе столовой, реализующей скомплектованные рационы на 300 человек, в производственную программу которой были включены разработанные изделия, при этом ценообразование складывалось исходя из расчетного периода на 1 октября 2020 г.

В ходе расчетов учитывали расходы на технологическое оборудование, сырье и материалы, заработную плату, общехозяйственные и текущие затраты и т.д.

В свою очередь численность работников определяли на основе существующих норм затрат труда, а фонд заработной платы в соответствии с действующей системой оплаты труда в отрасли. Штатное расписание

составляли в зависимости от годового объема производства разработанной продукции. В ходе расчетов установили, что годовая мощность продукции составляла 5,85 т, которая сложилась из среднесуточной выработки 0,05 т.

При этом себестоимость сырья и материалов на 1 т кексов из композитной смеси кукурузной и рисовой муки составила 10936,11 руб., из композитной смеси кукурузной и тыквенной муки – 10832,86 руб., из композитной смеси льняной и рисовой муки – 11419,81 руб.

Затем в ходе расчетов определяли производственную себестоимость, в которую вошли не только расходы на сырье и материалы, но и затраты на электроэнергию, воду, заработную плату, отчисления на социальные нужды, расходы на подготовку и освоение производства, транспортные, общехозяйственные и общепроизводственные нужды, данные представлены в таблице 45. В свою очередь полная себестоимость включила как производственную себестоимость, так и внепроизводственные расходы (таблица 46).

В связи с тем, что в процесс изготовления аглютеновых кексов были привлечены 3 сотрудников, с продолжительностью затрачиваемого рабочего времени каждого работника 1 ч, то на основании действующего минимального размера оплаты труда годовой фонд заработной платы составлял 158,85 тыс. руб. Согласно проведенным расчетам и с учетом технологии приготовления было подобрано технологическое оборудование стоимость которого составляла 987,68 тыс. руб.

Как было установлено затраты на воду, электроэнергию, транспорт, общепроизводственные и общехозяйственные составили 48709,17 руб.

При расчёте рентабельности учитывалась полная себестоимость готовой продукции и прибыль при ее производстве. В результате проведенных расчётов определили, что при годовом объеме выработки 5,85 т продукции срок окупаемости и рентабельность составили 1,27 года и 50 % соответственно.

## **Заключение**

Целиакия – это сложная, часто скрытая болезнь, которая требует обязательного лечебного питания, включения в рацион продуктов, показанных при непереносимости глютена. Вся жизнь на диете – это не приговор, а следование простым правилам ради крепкого здоровья без обострений и мучительных проявлений недуга. Для людей, которые страдают непереносимостью глютена, созданы специальные лакомства, завтраки, хлебобулочные изделия – но не все они представлены на нашем рынке отечественными продуктами.

В связи с этим данная работа направлена на разработку и внедрение комплекса инновационных, конкурентоспособных, импортозамещающих рецептур и технологий производства продуктов питания для детей и взрослых людей, страдающих целиакией и нуждающихся в лечебно – профилактическом питании.

Предлагаемые в работе технологии приготовления диетических безглютеновых кексов обоснованы ростом пищевых аллергий у населения Саратовской области, Поволжского региона и в целом РФ.

## Выводы

В результате проведенных исследований были решены следующие задачи:

1. Обоснована необходимость разработки продуктов питания для людей, страдающих целиакией;
2. Разработаны рецептуры и технологии аглютеновых кексов, в которых пшеничная мука заменяется на кукурузную, рисовую, льняную и тыквенную;
3. Подобраны оптимальные концентрации композиционных смесей на основе органолептических показателей: кукурузная/рисовая – 1:1; кукурузная/тыквенная – 1:1; льняная/рисовая – 1:2,3;
4. При инструментальной оценке запаха изделий на лабораторном анализаторе запахов «МАГ-8» с методологией «электронный нос» было определено, что наиболее благоприятным для аромата является замена пшеничной муки рисовой, в наименьшей степени – тыквенной;
5. С помощью прибора Chopin MixoLab 2 экспериментально обосновано, что для кексов рекомендуется комбинированные смеси № 4, № 11 и № 20. Имеется несомненная экономическая эффективность, так как есть возможность производить большее количество теста с меньшими затратами;
6. Установлено, что разработанные аглютеновые кексы соответствуют требованиям, предъявляемым к пищевым продуктам согласно ТРТС 021/2011 по органолептическим, физико-химическим, микробиологическим показателям безопасности;
7. Доказано, что по уровню глютена разработанные аглютеновые кексы относятся к продукции с маркировкой «gluten free». Определено, что содержание глютена в данных изделиях менее 20 мг/кг;
8. Рассчитана пищевая и энергетическая ценность разработанных изделий. Доказано, что разработанные нами аглютеновые кексы относятся к высококалорийным, питательным и функциональным продуктам;

9. Экспериментально доказано, что добавление в рационы экспериментальных крыс аглютеновых кормов не оказало негативного воздействия на исследуемые морфологические и биохимические показатели крови, а, напротив улучшало гомеостаз организма;
10. Определен экономический эффект от производственного внедрения разработанных аглютеновых кексов с годовым объемом 5,85 т с уровнем рентабельности 50 %.



## Список использованной литературы

1. Анциферова, О.В. Клинико-диагностическая характеристика целиакии у детей Иркутска и Иркутской области: дис. канд. мед. наук: 14.01.08 / Анциферова Оксана Викторовна. – Красноярск, 2014. – 153 с.
2. Артемова, Е.Н. Кукурузная мука в технологии заварного полуфабриката / Е.Н. Артемова, Ушакова С.Г. // Пищевая промышленность. – 2010. – С. 10-12.
3. Барбашов, А.В. Биохимические и функциональные характеристики белков семян льна и разработка способов повышения их биологической ценности: дис. 160 канд. техн. наук: 03.00.04 / Барбашов Александр Вячеславович. – Краснодар, 2007. – 160 с.
4. Безглютеновая диета: меню и список доступных продуктов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL.: <https://dom-eda.com/diets/2016/06/29/bezglyutenovaya-dieta.html>.
5. Биохимия: учебник для вузов / под ред. Л.А. Даниловой. – Санкт-Петербург: СпецЛит, 2020. – 333 с.
6. Вакар, А.Б Клейковина пшеницы / А.Б. Вакар. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1961. – 252 с.
7. Волжанин, В.И. Прогнозирование молочной продуктивности крупного рогатого скота по биохимическим показателям крови / В.И. Волжанин, А.С. Бибикова // Использование интерьерных показателей в селекционно – племенной работе. – 1980. – С. 23–24.
8. Гегечкори, О.Н. Экономическое обоснование эффективности проектов в пищевой промышленности / О.Н. Гегечкори – Калининград: КГТУ, 2009. – 33 с.
9. Гематологический атлас / С.А. Луговская, М.Е. Почтарь Гематологический атла. – М.: Медицина, 2001. – 214 с.
10. ГОСТ 31986 – 2012 Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания – Введ. 2015-01-01. М.: Стандартинформ, 2012. – 23 с.

11. ГОСТ 31902 – 2012 Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли жира. – Введ. 1969-07-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 1994. – 10 с.
12. ГОСТ 5900 – 14 Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ – Введ. 1976-07-01. М.: Стандартиформ, 2006 – 4 с.
13. ГОСТ 5901 – 2014 Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли золы и металломагнитной примеси – Введ. 2016-07-01. М.: Стандартиформ, 2019. – 9 с.
14. ГОСТ 5903-89 Изделия кондитерские. Методы определения сахара – Введ. 1969-07-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 11 с.
15. ГОСТ 5904-82 Изделия кондитерские. Правила приемки, методы отбора и подготовки проб (с Изменением N 1) – Введ. 1984-01-01. М.: Стандартиформ, 2010. – 9 с.
16. ГОСТ Р 52189-2003 Мука пшеничная. Общие технические условия. – Введ. 2005-01-01. М.: Стандартиформ, 2006. – 10 с.
17. ГОСТ 5898-87 Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности – Введ. 1989-01-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 26 с. 112.
18. ГОСТ 33222 – 2015 Сахар белый. Технические условия. – Введ. 2016-07-01. М.: Стандартиформ, 2015. – 16 с.
19. ГОСТ 31654-2012 Яйца куриные пищевые. Технические условия – Введ. 2014-01-01. М.: Стандартиформ, 2013. – 7 с.
20. ГОСТ 32188 – 2013 Маргарины. Общие технические условия. – Введ. 2014-07-01. М.: Стандартиформ, 2013 – 10 с.
21. ГОСТ 32261 – 2013 Масло сливочное. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2013 – 12 с.
22. ГОСТ 16599 – 71. Ванилин. Технические условия – Введ. 1971-01-01. М.: Стандартиформ, 1971. – 9 с.
23. ГОСТ 3770 – 75 Аммоний углекислый. Технические условия стандарт – Введ. 1976-07-01. М.: Стандартиформ, 2008. – 7 с.

24. ГОСТ 31895 – 2012. Сахар белый. Технические условия стандарт – Введ. 2013-07-01. М.: Стандартиформ, 2014. – 11 с.
25. ГОСТ 10444.15. – 94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно – анаэробных микроорганизмов – Введ. 1996-01-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 1994. – 20 с.
26. ГОСТ Р 50474 – 93. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) – Введ. 1994-01-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 1993. – 10 с.
27. ГОСТ 10444.12-2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов – Введ. 2015-07-01. М.: Стандартиформ, 2014. – 15 с.
28. ГОСТ 31659-2012 Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella* – Введ. 2013-07-01. М.: Стандартиформ, 2014. – 20 с.
29. ГОСТ Р ИСО 20252 – 2014 Исследование рынка, общественного мнения и социальных проблем. Словарь и сервисные требования – Введ. 2015-08-01. М.: Стандартиформ, 2020. – 15 с.
30. Гребенев А.Л, Мягкова Л.П. Глютеновая энтеропатия //Болезни кишечника (современные достижения в диагностике и терапии). – М., 1994. – С. 231.
31. Гурская, О.Л. Химический состав и технологические свойства сортов риса различного происхождения / О.Л. Гурская // Бюлл. НТИ ВНИИ – 1981. – № 31. – С. 15-17.
32. Динь, Т.Х. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием рисовой муки: дис. канд. техн. наук: 05.18.01/ Динь Тхи Хьен. – Москва, 2010. – С. 149.

33. Дубченко, О.В. Особенности целиакии в детском возрасте: автореф. дисс. канд. мед. наук. [Текст] / О.В. Дубченко. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 21 с.
34. Дюба, А. Современный метод контроля качества зерна и муки по реологическим свойствам теста, определяемых с помощью Миксолаб профайлер / А. Дюба, К. Рысев // Сб. материалов: I научно-практической конференции с международным участием «Управление реологическими свойствами пищевых продуктов». – М.: МГУПП. – 2008. – С. 86–95.
35. Егоров Г.А. Технология муки, крупы и комбикормов. / М.: Колос, 2001. – 376 с.
36. Захарова, И.Н. Целиакия: базовые сведения / И.Н. Захарова [и др.] // Педиатрия. – 2014. – № 2. – С. 31-35.
37. Зубцов, В.А. Льняное семя, его состав и свойства / В.А. Зубцов, Л.Л. Осипова, Т.И. Лебедева // Российский химический журнал. – 2002. – Т. XLVI. – №2. – С. 14-16.
38. Изачик Ю.А., Изачик Н.А. Современные представления о патогенезе целиакии // Педиатрия. – 1987. – № 12. – С. 67 – 72.
39. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко. – 3-е изд. перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2005. – С. 512.
40. Каталог компаний: рисовая мука. [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL.: <https://agroserver.ru/company/muka-risovaya/>.
41. Контроль качества и безопасности пищевых продуктов, сырья: лабораторный практикум: учеб. пособие / Т.А. Кучменко, – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., ООО «СенТех», 2010. – 116 с.
42. Коровин, Ф.Н. Зерно хлебных, бобовых и масличных культур / Ф.Н. Коровин. – М.: Пищевая промышленность, 1964. – 463 с.
43. Корячкина, С.Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий. Научные основы, технологии, рецептуры / С.Я. Корячкина. – Орел: Труд, 2006. – 480 с.

44. Красовский, В.С. Изменение общего белка в гепатоцитах крыс на 3 сутки после механической травмы. Фундаментальные исследования. – 2013. – № 9-1. – С. 62-64.
45. Кукуруза как источник витаминов. Научно – информационный журнал № 1 М.: Сальвус – Инфо, 2012. – 70 с.
46. Кучерявенко, И.М. О Возможности использования тыквенной муки при производстве сдобных хлебобулочных изделий / И.М. Кучерявенко, Н. В. Сокол, А. С. Чечулин // Пищевые технологии и биотехнологии: Сб. тез. докл. IX Межд. конф. молодых ученых. Казань, 2008. – 50 с.
47. Кучменко, Т.А. Информативность анализатора газов «Электронный нос» / Т.А. Кучменко, А.А. Шуба, Н.В. Бельских // Аналитика и контроль. – 2012. – № 2. – С. 151-161.
48. Лайл, Х.Б. Диагностика и лечение целиакии у детей. // Автореф. дис. канд. мед. наук. – СПб., 2000. – 23 с.
49. Литвинова, Е.В. Основы диетического питания / Е.В Литвинова. – Орел: 1998. – 204 с.
50. Лоточникова, Т.Н. Изменчивость технологических и биохимических признаков качества новых сортов риса российской селекции: дис. канд. биол. наук: 06.01.05 / Лоточникова Татьяна Николаевна. – Краснодар, 2006. – 135 с.
51. Льняная мука: полезные свойства. [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL.: <https://edapolzavred.ru/lnyanaya-muka-poleznye-svoystva-protivopokazaniya-polza-i-vred/>.
52. Перспективы использования безглютенового растительного сырья в производстве пищевых продуктов для диетического и профилактического питания / В.В. Масалова, Н.П. Оботурова // Пищевая промышленность. – 2016. – № 3. – С. 16–20.
53. Матушевская, В.Н. Новый взгляд на лечебное питание при болезнях органов пищеварения. // Медицина. Болезни органов пищеварения. – 2004. – № 2. – С. 74 – 78.

54. Методы определения глютена в продовольственном сырье и пищевых продуктах: Методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 32 с.
55. Мука из семян тыквы и ее применение. [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL.:[https:// agronom.expert/ posadka/ ogorod/ tykvennye/ tykva/chem- horoshamuka-iz-semyan.html](https://agronom.expert/posadka/ogorod/tykvennye/tykva/chem-horoshamuka-iz-semyan.html).
56. Никитина, М.А. Применение метода инновационного моделирования при разработке рецептуры безглютенового печенья / М.А. Никитина, И.А. Никитин, В.Г. Кулаков // Cloud of Science. – 2017. – Т.4, № 3. – С. 376–383.
57. Ногаллер, А.М. Хронические энтеропатии // Клиническая медицина 1990, № 7. – С. 25 – 34.
58. Основные производители кукурузной муки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL.: <http://main.marketcenter.ru>.
59. Оценка комбинационной способности лучших самоопыленных линий и получение высокогетерозисных гибридов кукурузы. // Научный журнал КубГАУ, №80 (06), 2012. – 30 с.
60. Павлов, А.В. Сборник рецептов мучных, кондитерских и булочных изделий. – СПб.: Профи, 2009. – 296 с.
61. Парфенов, А.И. Диагностика и лечение глютенной энтеропатии (целиакии) Метод. рекомендации/ А.И. Парфенов. – М.: Издательство. – 1992. – 27 с.
62. Петрухин, И.В. Кормление домашних и декоративных животных / И.В. Петрухин, Н. И. Петрухин // М.: Справочная книга, 1992. – С. 156-159.
63. Подколзина, В.Г. Разработка технологии безглютеновых мучных кондитерских изделий для больных целиакией / В.Г. Подколзина // Сборник тезисов участников форума «Наука будущего – наука молодых». – 2017. – С. 35–37.
64. Производство и продажа: льняная мука. [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL.: <https://www.optom365.ru/оптом/мука-льняная>.

65. Производители тыквенной муки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL.: <https://agroserver.ru/b/tykvennaya-muka-ot-proizvoditelya-843116.htm>.
66. Ревнова, М.О. Клинические аспекты целиакии// Педиатрия. – 2000. – № 5. – С. 107 – 110.
67. Ревнова, М.О. Целиакия: болезнь или образ жизни? / М.О. Ревнова, И.Э. Романовская. – СПб., 2010. – 156 с.
68. Ревякина, В.А. Принципы терапии детей с пищевой аллергией и гипотрофией. / В.А. Ревякина, Т.Э. Боровик // Вопр. охр. мат. и дет. 1983. – № 6. – С. 55-56.
69. Рисовая мука в кулинарии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL.: <https://receptov.net/2080-muka-risovaya.html>.
70. Рисовая мука: польза и вред. [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL.: <https://natureweight.ru/risovaya-muka>.
71. Сазонова, Н.Е. Иммунологическая характеристика пищевой непереносимости у детей первых лет жизни./ Н.Е. Сазонова, Л.Н. Варначеева // Педиатрия, 1992, № 3. – С. 22–25.
72. Сергеева, К.М. Педиатрия: учебник / К.М. Сергеева. – СПб., 2006. – 544 с.
73. СТО 53548590-019-2013 Мука рисовая, овсяная, гречневая, фасованная в потребительскую тару.
74. СТО 53548590-020-2013 Мука льняная, фасованная в потребительскую тару. Технические условия.
75. Табак, Т.А. Диетическое питание. / Т.А. Табак. – Пермь: Аркаим, 2003. – 382 с.
76. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания» / Принят решением Комиссии

- Таможенного союза от 15.06.2012г. №34. [Электронный ресурс]. – Режим доступа. URL: [www.eurasiancommission.org](http://www.eurasiancommission.org).
77. Толстогузов, В.Б. Новые формы белковой пищи / В.Б. Толстогузов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 303 с.
78. ТУ 9141 - 015 - 70834238 - 09 Мука тыквенная пищевая «Масляный король».
79. ТУ 9293-002-43175543-03 Мука крупяная и зерновая. Технические условия.
80. ТУ 10.39.23. – 002 – 52230123 – 2016 Орехи, ядра орехов, ядра арахиса и их смеси, семена масличных культур, фасованные.
81. Указ Президента Российской Федерации от 30.01.2010 г. № 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации». [Электронный ресурс]. – Режим доступа. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12072719/>
82. Ушакова, Ю.В. Разработка диетических и функциональных продуктов питания для людей, страдающих непереносимостью коровьего молока и белка пшеницы / Ю.В. Ушакова, Г.Е. Рысмухамбетова, Е.Н. Бухарова // Успехи современной науки и образования. – 2017. – Т. 5, № 2. – С.135 – 141.
83. Федеральный Закон «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». – М.: Кремль, 2011. – С.34.
84. Федеральный закон от 27.12.2018 N 498-ФЗ (ред. от 27.12.2019) «Об ответственном обращении с животными» и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа. URL: <http://www.consultant.ru>.
85. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.



86. Целиакия у детей: современные подходы к лечению / И.Н. Захарова, Т.Э. Боровик, Е.А. Рославцева [и др.] // Медицинский совет. – 2011. – № 10. – С. 39–43
87. Щербаков, В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья: изд. 2-е, перераб. и доп./ В.Г. Щербаков. – М.: Пищевая промышленность, 1969. – 456 с.
88. Alvares-Jubete, L. Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten free ingredients / L. Alvares-Jubete, E.K. Arendt, E. Gallagher // International journal of Food Sciences and Nutrition's. – 2009. – №60 (S4). – P. 240–257.
89. CODEX STAN 118-1979, Rev.1-2008. Standard for Foods for Special Dietary Use for Persons Intolerant to Gluten. – 2009. – 3 с.
90. Czaja-Bulsa, G. Non coeliac gluten sensitivity – A new disease with gluten intolerance / G. Czaja-Bulsa // Clin Nutr. – 2014. – Vol. 34(2). – P. 189– 194.
91. Feeley K.M., Heneghan M.A., Stevens F.M., et al. Lymphocytic gastritis and celiac disease: evidence of a positive association //!. Clin. Pathol.- 1998. – Vol.51, № 3. – P. 207 – 210.
92. Ferguson A. Coeliac disease research and clinical practice: Maintaining momentum into the 21 century // Baillieres Clin. Gastroenterol. – 1995. – Vol.9. – P. 395 – 412.
93. Ferguson A., Arrahz E., O'Mahony S. Clinical and pathological spectrum of celiac disease — active, silent, latent, potential // Gut. – 1993. – Vol.2. – P. 150 – 151
94. Grodzinsky E., Franzen L., Hed J., et al. High prevalence of coeliac disease in healthy adults revealed by antigliadin antibodies // Ann Allergy. – 1992. – Vol.69. – P. 66 – 70.
95. Huttner, E.K. Recent advances in gluten-free baking and the current status of oats / E.K. Huttner, E.K. Arendt // Trends Food Science Technol. – 2010. – Vol. 21. – P. 303-312.

96. Janssen F.W. Codex Standard for gluten-free products // Changing features of coeliac disease. – Tampere, 1998. – P. 31 – 36.
97. Kaswala, D.H. Celiac Disease: Diagnostic Standards and Dilemmas / D.H. Kaswala, G. Veeraraghavan, P.K. Ciaran, D.A. Leffler // Diseases. – 2015. – Vol.3. – P. 86- 101.
98. Kemsawasd, V. Survival of probiotics in soyoghurt plus mulberry (c.v. Chiang Mai 60) leaf extract during refrigerated storage and their ability to tolerate gastrointestinal transit / V. Kemsawasd, P. Chaikham // LWT-Food Science and Technology. – 2018. – Vol. 93. – P. 94–101.
99. Kuchmenko, T. A. Synchrotron and Neutron Techniques / T. A. Kuchmenko, R. U. Umarkhanov // Journal of Surface Investigation – 2014. – Vol. 8, - P. 312–320.
100. Reunala T. Dermatitis Herpetiformis: From gut to skin // Changing features of coeliac disease. – Tampere, 1998. – P.13 – 17.

## Приложения

### Приложение 1

Таблица 1 - Полный набор расчетных параметров  $A_{i/j}$  для исследуемых проб

Код пробы	1\2	1\3	1\5	1\6	1\4	1\7	1\8	2\3	2\4	2\5	2\6	2\7	2\8	3\5	3\7	3\8	4\5	4\6	4\7	4\8	5\6	5\7	5\8	6\7	6\8
К 1.1	####	1,83	2,75	2,20	5,50	1,57	3,67	-0,17	-0,50	0,25	-0,20	0,14	0,33	1,50	0,86	2,00	0,50	0,40	0,29	0,67	0,80	0,57	1,33	0,71	1,67
К 1.2	6,00	2,40	3,00	2,00	4,00	1,71	4,00	0,40	0,67	0,50	0,33	0,29	0,67	1,25	0,71	1,67	0,75	0,50	0,43	1,00	0,67	0,57	1,33	0,86	2,00
К 1.3	3,67	1,83	2,20	2,20	2,75	1,22	3,67	0,50	0,75	0,60	0,60	0,33	1,00	1,20	0,67	2,00	0,80	0,80	0,44	1,33	1,00	0,56	1,67	0,56	1,67
К 2.2	7,00	1,75	1,75	1,40	2,33	1,17	2,33	0,25	0,33	0,25	0,20	0,17	0,33	1,00	0,67	1,33	0,75	0,60	0,50	1,00	0,80	0,67	1,33	0,83	1,67
К 2.3	-2,67	2,00	1,60	2,00	2,67	1,33	2,67	-0,75	-1,00	0,60	-0,75	0,50	1,00	0,80	0,67	1,33	0,60	0,75	0,50	1,00	1,25	0,83	1,67	0,67	1,33
К 3.2	2,75	1,57	2,20	2,20	3,67	1,38	3,67	0,57	1,33	0,80	0,80	0,50	1,33	1,40	0,88	2,33	0,60	0,60	0,38	1,00	1,00	0,63	1,67	0,63	1,67
К 3.3	####	2,60	3,25	3,25	4,33	2,17	4,33	-0,20	-0,33	0,25	-0,25	0,17	0,33	1,25	0,83	1,67	0,75	0,75	0,50	1,00	1,00	0,67	1,33	0,67	1,33

