

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(научно-исследовательский институт)
Факультет «Высшая медико-биологическая школа»
Кафедра «Пищевые и биотехнологии»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

_____/Е.А.Васильева/

2017 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____/И.Ю.Потороко/

2017 г.

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА МУЧНЫХ КОНДИ-
ТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЕРЕМОЛОТЫХ СЕМЯН
ЧИА**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 19.04.02.2017.347. ВКП

РУКОВОДИТЕЛЬ РАБОТЫ

к.т.н., доцент

_____/Н.Л.Наумова/

2017 г.

НОРМОКОНТРОЛЕР

к.т.н., доцент

_____/Н.В.Попова/

2017 г.

АВТОР РАБОТЫ

студент группы МБ-294

_____/Отмахова А.Ю./

2017 г.

Челябинск, 2017

АННОТАЦИЯ

Отмахова А.Ю. Научное обоснование производства мучных кондитерских изделий с применением перемолотых семян чиа – Челябинск: ЮУрГУ, МБ-294, 70 с., 15 табл., 11 рис., 14 формул, библиогр. список – 50 наим.

Выпускная квалификационная работа выполнена с целью разработки рецептуры сахарного печенья с применением перемолотых семян чиа для повышения минерального состава изделия.

В квалификационной работе исследованы основные показатели качества разработанной продукции; определена оптимальная дозировка перемолотых семян чиа Nutra Chia Low 8 для производства продукции с приемлемыми потребительскими характеристиками; исследован минеральный состав готового продукта.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	8
1.1. Мучные кондитерские изделия в современном рационе.....	8
1.1.1. Дефицит микронутриентов и его последствия.....	8
1.1.2. Пищевая ценность кондитерских изделий.....	10
1.1.3. Обзор потребительского спроса на мучные кондитерские изделия	11
1.1.4. Основные критерии выбора продукции потребителями.....	15
1.1.5. Современное состояние и проблемы повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий.....	16
1.2. Технология производства мучных кондитерских изделий с применением нетрадиционного растительного сырья.....	17
1.2.1. Основные виды нетрадиционного растительного сырья.....	17
1.2.2. Технология производства печенья.....	20
1.3. Обоснование возможности использования добавки NutraChia Low 8 в пищевых технологиях.....	20
1.4. Сравнительная характеристика семян чиа и семян льна.....	23
1.5. Требования к качеству мучных кондитерских изделий.....	27
2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	30
2.1. Характеристика объектов исследования.....	30
2.2. Характеристика методов исследования.....	34
2.2.1. Микроскопирование муки.....	34
2.2.2. Отбор проб и методы оценки органолептических свойств печенья	38
2.2.3. Методы определения физико – химических показателей и содержания белка.....	39
3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	51

3. 1. Результаты собственных исследований.....	51
3.1.1. Изучение органолептических показателей	51
3.1.2. Изучение физико-химических показателей	52
3.1.3. Изучение минерального состава	53
3.2. Экономическая эффективность	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	61
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	63

ВВЕДЕНИЕ

Кондитерская промышленность – это отрасль, производящая высококалорийные пищевые продукты. В их составе, как правило, содержится большое количество сахара. Кондитерская отрасль является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей пищевой промышленности на сегодняшний день. В среднем россияне употребляют около 20 кг. кондитерской продукции ежегодно. В 2014 году предприятиями кондитерской промышленности России было произведено 3651 тыс. тонн продукции. Это на 6,78 % больше чем в 2013 году. В целом объем производства кондитерских изделий имеет положительный прирост последние 5 лет.

Мучные кондитерские изделия занимают 55 % в общем объеме производства кондитерских изделий. Они имеют высокую калорийность и хорошие органолептические свойства, но вместе с тем содержат незначительное количество витаминов, минеральных веществ, белков, пищевых волокон и их биологическая ценность, как правило, невысокая.

На сегодняшний день все больше людей меняют свои взгляды в вопросах питания в пользу наиболее полезных для здоровья продуктов. Продукты, обогащенные минеральными элементами, нутриентами и витаминами вызывают все больший интерес у потребителей.

Надежным путем повышения минерального статуса человека, удовлетворения потребности в дефицитных микронутриентов, является включение в повседневный рацион питания человека продуктов, обогащенных минеральными компонентами.

Всесторонне рассматривая проблему обогащения продуктов питания основными дефицитными микронутриентами, приходится сталкиваться с проблемой общественного мнения о неприятии функциональных продуктов питания как источников витаминов, минералов, нутриентов.

Согласно социологическому опросу, проведенному на территории Челябинска с участием 638 жителей, уровень осведомленности о функциональных

продуктах питания остается низким. Однако, рассматривая опрос в ретроспективе в период с 2010 по 2015 гг., наблюдается положительная динамика в сторону увеличения информированности населения о функциональных продуктах питания. Качественно изменилось понимание о понятии «обогащенные продукты». Так, в 2010 году вариантом вопроса «Что такое, по вашему мнению, обогащенные продукты?» были ответы «продукты с искусственно повышенным содержанием чего-либо», то в 2015 году такая трактовка не упоминалась. По данным 2015 года увеличилась доля горожан, ориентирующихся в актуальном вопросе повышения устойчивости организма к неблагоприятным факторам окружающей среды посредством питания.

Таким образом, разработка функциональных продуктов питания остается перспективным направлением. Реклама обогащенных кондитерских и хлебобулочных изделий способствует росту осознанного подхода к выбору продуктов питания со стороны граждан.

На сегодняшний день способы повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий достаточно разнообразны. Наиболее рациональным из них является введение в рецептуру нетрадиционных натуральных продуктов растительного происхождения, содержащих значительное количество белков, незаменимых аминокислот, витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон, способных повысить качество продукции и пищевую ценность.

Использование нетрадиционного сырья позволяет решить несколько задач:

- обогатить продукт микронутриентами (витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами);
- расширить ассортимент выпускаемой продукции;
- повысить количество выпускаемой продукции.

В индустрии питания среди употребления в пищу нетрадиционного растительного сырья становится популярным использование семян чиа, а также продукта их переработки – муки из семян чиа. Данный факт не случайность, поскольку семена данного растения обладают высокой пищевой ценностью:

содержание ω -3 и ω -6 жирных кислот составляет 32 – 39 %, белка – 19 – 23 %, пищевых волокон 18 – 30 %. При этом значительно содержание минеральных веществ: калия, йода, кальция, фосфора и магния.

Целью нашей выпускной квалификационной работы является повышение минерального состава сахарного печенья с добавлением перемолотых семян чиа Nutra Chia Low 8.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить химический состав образцов пшеничной муки и перемолотых семян чиа Nutra Chia Low 8.

2. Исследовать влияние перемолотых семян чиа Nutra Chia Low 8 на качество теста.

3. Определить оптимальную дозировку перемолотых семян чиа Nutra Chia Low 8 для производства продукции с приемлемыми потребительскими характеристиками.

4. Исследовать влияние Nutra Chia Low 8 на органолептические и физико-химические показатели печенья.

5. Исследовать минеральный состав разработанного продукта.

6. Рассчитать экономическую эффективность печенья с добавлением перемолотых семян чиа Nutra Chia Low 8.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Мучные кондитерские изделия в современном рационе

1.1.1. Дефицит микронутриентов и его последствия

Дефицит микронутриентов вызван рядом причин, среди которых можно выделить основные:

- 1) однообразное или несбалансированное питание;
- 2) недостаток или избыток минеральных веществ в отдельных географических районах;
- 3) периоды беременности и лактации при отсутствии корректировок в питании;
- 4) употребление некоторых лекарственных средств, вызывающих потерю микроэлементов;
- 5) заболевания, ведущие к нарушению обмена и всасывания минеральных веществ.

Наиболее дефицитными в мире являются следующие микроэлементы: цинк, медь, магний, хром, железо, йод, селен. В России по данным Института питания РАМН таковыми выделены минеральные вещества: кальций, железо, йод, селен [1, 3].

Сбалансированное питание подразумевает ряд принципов, соблюдение которых гарантирует стабильное нормальное самочувствие человека. Количественные и качественные пропорции в рационе определяются в соответствии с теорией о сбалансированном питании с учетом возраста, пола, рода деятельности, уровня энергозатрат, особенностями национального питания. Общепризнанным соотношением считается употребление белков, жиров и углеводов как 1:1:4. Нарушение данного соотношения в долгосрочной перспективе влечет нарушение усвояемости макро- и микроэлементов. Так, при избыточном употреблении пищи, содержащей высокое количество жиров, фосфора, магния, фитиновой кислоты, танинов, щавелевой кислоты, снижается уро-

вень усвоения кальция. Сбалансированное питание подразумевает потребление минеральных веществ, витаминов, пищевых волокон в адекватном количестве [4, 5].

География города, а также его специализация объясняет дефицит или избыток того или иного микронутриента. В Челябинской области в результате развития промышленного комплекса добычи и переработки металла сформировалось избыточное накопление никеля, железа, свинца, хрома, кобальта, и дефицит других элементов – селена, цинка, марганца, йода [8, 10].

Как известно, недостаток микроэлементов в почве через пищевые цепи ведет к недостатку минеральных веществ в пищевом рационе человека. В результате такого явления возникают эндемичные заболевания, то есть заболевания свойственные определенному географическому району. Прежде всего это аллергии, бесплодие, йоддефицитные заболевания. Установлено, что ликвидация дефицита минеральных веществ в питании населения снижает частоту заболеваемости в 2 – 3 раза, общую заболеваемость на 20 – 30 %.

Рассмотрим следствия недостатка определенных минеральных компонентов: кальция, фосфора, магния, меди и железа [7, 10].

Кальций является основным макроэлементом организма человека, на содержание которого приходится 2 % от массы человека. Больше количество кальция содержится в костях, поэтому при его дефиците кальций выводится из костей с последующим снижением прочности костной ткани. Длительный дефицит кальция является одним из факторов остеопороза. Обмен кальция в организме зависит от соотношения других компонентов, так всасывание кальция в кишечник происходит благодаря обеспеченности организма витамина D. Для полноты всасывания кальция необходимо определенное соотношение фосфора с магнием и оно равно 1:0,4 кальция к магнию, и 1:1–1,5 фосфора с кальцием.

Фосфор содержится в организме человека в количестве 1 % к массе тела человека, выполняет ряд функций: принимает участие во всех процессах жизнедеятельности, фосфорилировании, поддержании кислотно-основного

состояния, активирует всасывание ионов кальция в организме, входит в структуру ДНК, РНК. При дефиците фосфора наблюдаются заболевания, связанные с нарушением построения костной ткани [11].

Недостаточность магния проявляется в раздражительности и эмоциональной неустойчивости, апатии, нарушении мышечной координации, снижение памяти, наблюдается слабость, сопровождающаяся снижением рефлексов.

Дефицит железа в организме приводит к развитию железодефицитной анемии. Следствием анемии является снижение умственной и физической работоспособности, снижение резистентности к инфекциям, сухость кожи, ломкость ногтей, бледность кожных покровов и слизистых оболочек.

Минеральное вещество медь является необходимым в построении около 25 ферментов, а также кроветворным элементом, участвующий в образовании гемоглобинов и эритроцитов. Дефицит меди снижает деятельность ферментов, в построении которых он участвует, способствует развитию признакам дефицита железа [13].

Таким образом, проблема дефицита определенных микронутриентов является актуальной проблемой, одним из решений которой – формирование продуктов питания с заданным минеральным составом [15].

1.1.2. Пищевая ценность кондитерских изделий

Кондитерские изделия являются высококалорийными и легкоусвояемыми продуктами. Им присущи ценные пищевые свойства благодаря применению для их изготовления разнообразных видов сырья, содержащих углеводы, белки, жиры, минеральные вещества, витамины. Наибольшее значение придается тем компонентам, которые не могут быть заменены, так называемые эссенциальные факторы питания. К ним относятся незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты, фосфолипиды, минеральные вещества, витамины. При этом вредна для организма не только недостаточность отдельных эс-

сенциальных факторов, но и опасен их избыток, включая избыточное количество как калорий, так и отдельных веществ [17].

Говоря о полезности кондитерских изделий, следует, прежде всего, отметить их высокую энергетическую ценность, т.к. в их составе содержится значительное количество углеводов (58 – 98 %), жиров (до 38 %) и мало влаги (1 – 20 %). Энергетическая ценность кондитерских изделий на 100г. продукта составляет в среднем 300 – 550 ккал. 100 г. кондитерских изделий удовлетворяют 13 – 20 % суточной потребности в калориях и 9 – 27 % и более – в углеводах. Высокое содержание сахара является особенностью кондитерских изделий. Установлено, что после приема сахара, а следовательно и кондитерских изделий, повышается восприимчивость наших органов чувств (зрение, слух), усиливается внимание. Биологическая ценность многих кондитерских изделий невысока. Но есть изделия, в которых содержится белок, в %: 14 – 15 в печенье, до 19 – в халве, около 24 – в какао порошке. Во многих изделиях совершенно отсутствуют белки (карамель, драже, желейный мармелад). Высокое содержание белков, особенно полноценных, содержащих все незаменимые аминокислоты, важно иметь в кондитерских изделиях для детского, диетического питания и специального назначения. Поэтому необходимо решать вопросы создания новых видов изделий с повышенной пищевой ценностью, повышенным содержанием белков и витаминов. Большая часть кондитерских изделий не содержит или содержит очень мало витаминов. Количество минеральных веществ в кондитерских изделиях невелико. Многие виды кондитерских изделий бедны серой, марганцем, медью, цинком [18].

1.1.3. Обзор потребительского спроса на мучные кондитерские изделия

Отечественный рынок кондитерских изделий считается одним из самых больших в мире – он входит в ТОП-5 крупнейших мировых рынков. Около половины рынка занимает сегмент мучных кондитерских изделий, которые пользуются стабильным спросом у россиян.

В развитии российского (постсоветского) рынка кондитерской продукции можно выделить 4 этапа [25].

Первый этап (с 1990-го по 1998 год) – формирование рыночной среды отрасли: рынок заполнялся участниками и практически полностью принадлежал иностранному капиталу, а спрос на иностранную продукцию повышался.

Второй этап (с 1998-го по 2000 год) – кризис 1998 года повлек за собой снижение доли импорта и дал возможность российским производителям усилить свои позиции на отечественном рынке. Однако дефолт, облегчив доступ на рынок российским компаниям, принес с собой трудности, связанные с закупкой сырья и оборудования. Около 80 % сырья отечественные производители покупали за рубежом. По данным кондитерской ассоциации «Асконд», сразу же после кризиса в целом по кондитерской отрасли оборотные средства предприятий уменьшились втрое, а среднегодовое потребление кондитерских изделий сократилось с 10,9 до 8,5 килограмма на душу населения.

Третий этап (с 2000-го по 2009 год) – постепенный рост производства и потребления кондитерской продукции обернулся падением в кризисном 2008 году. Однако стоит отметить, что кондитерский рынок в меньшей степени пострадал от кризиса, по сравнению с другими отраслями продовольственного рынка. Объяснением тому является стабильный потребительский спрос на данную продукцию [24].

Четвертый этап (с 2009 года по настоящее время) – сегодня российский кондитерский рынок имеет четкую сложившуюся структуру участников, широкий и адаптированный к нуждам потребителей ассортимент, динамичные бренды, поддержанные мощным маркетингом [26].

Оценка и расчет основных показателей российского производства мучных кондитерских изделий, а также основных количественных характеристик этого рынка проводились на основе данных официальной статистики об основных видах изучаемой продукции: изделия мучные кондитерские, торты и пирожные недлительного хранения; печенье и пряники имбирные и анало-

гичные изделия; печенье сладкое; вафли. Динамика производства мучных кондитерских изделий отражена на рисунке 1.

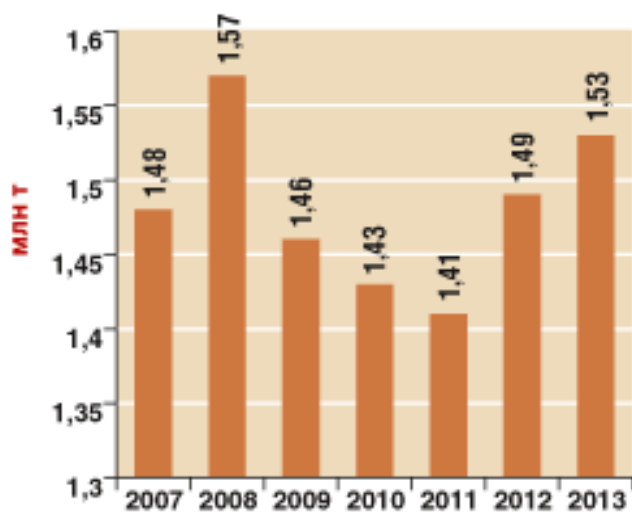


Рисунок 1 – Динамика производства мучных кондитерских изделий в 2007 – 2013 гг., млн. тонн

В Уральском регионе было проведено исследование потребительского спроса и предпочтения кондитерских изделий функционального направления по следующим параметрам [27]: определение жителями Челябинска понятия «функциональные продукты питания» (данные представлены на рисунке 2); наименования обогащающих компонентов, используемые для производства обогащающих продуктов питания (данные представлены на рисунке 3).



Удельный вес от числа опрошенных, %

Рисунок 2 – Определение жителями г. Челябинск понятия «функциональные продукты питания»

Согласно диаграмме на 2015 год количество жителей осведомленных о функциональных продуктах составляет четвертую часть от населения.

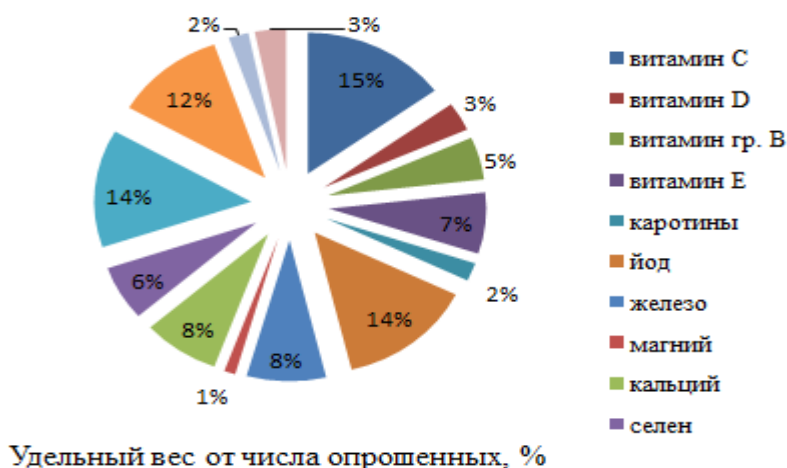


Рисунок 3 – Наименования обогащающих компонентов, известные жителям г. Челябинска

На основании полученных данных были сделаны следующие выводы:

– для увеличения спроса населения на обогащенные кондитерские изделия необходима дополнительная реклама и информированность населения о пользе данных продуктов питания;

– среди покупаемых обогащенных продуктов питания на втором месте после молочных продуктов – хлеб и хлебобулочные изделия, а так же кондитерские изделия;

– среди населения г. Челябинска информированность обогащения продуктов питания минеральными веществами низкая.

В сравнении с 2010 г количество респондентов, рассматривающих «функциональные продукты питания» как безопасные источники оздоровления организма увеличилось, что дает право предполагать о дальнейшем росте информированности среди населения [27].

1.1.4. Основные критерии выбора продукции потребителями

При покупке кондитерских изделий потребитель, прежде всего, обращает внимание на органолептические свойства: внешний вид, вкус, запах, отсутствие посторонних включений и дефектов.

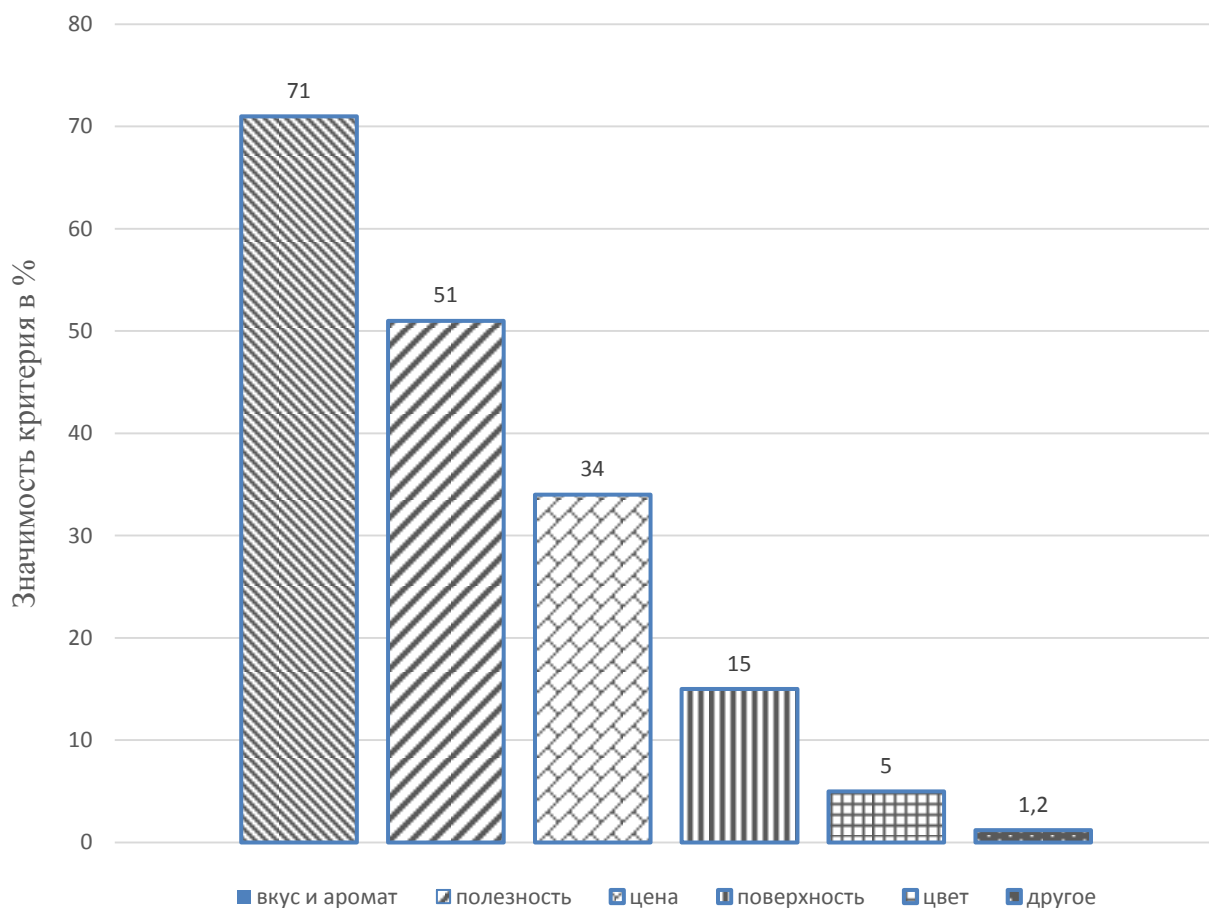


Рисунок 4 – Основные критерии при выборе кондитерских изделий, % от числа опрошенных потребителей [21]

Вкус и аромат (запах) кондитерских изделий являются важными факторами в оценке их качества. Они должны быть приятными, соответствующими данному сорту изделий. Вкус изделий должен быть без постороннего привкуса и без хруста от минеральных примесей.

Форма должна быть правильной, соответствующая данному наименованию изделия, без вмятин.

Поверхность должна быть гладкой с четким рисунком на лицевой стороне, не подгорелая, без вкраплений крошек.

Цвет корки должен быть от светло-желтого до темно-коричневого в зависимости от сорта, без подгорелости и бледности [7].

1.1.5. Современное состояние и проблемы повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий

Сохранение здоровья и продление жизни населения Российской Федерации является важнейшей национальной проблемой на современном этапе развития страны. Решение этой проблемы напрямую связано с обеспечением всех возрастных групп населения адекватным и биологически полноценным питанием [5].

Мучные кондитерские изделия на сегодняшний день пользуются большим спросом, и наблюдается рост потребления этой группы продукции. Мучные кондитерские обладают привлекательным внешним видом, хорошим вкусом, ароматом и легко усваиваются организмом.

Одним из ожидаемых результатов реализации государственной политики в области здорового питания является увеличение доли производства продуктов массового потребления, обогащенных витаминами и минеральными веществами, включая массовые сорта мучных кондитерских изделий [28, 34].

Актуальность разработки и производства новых видов кондитерских изделий с добавлением в них нетрадиционного растительного сырья обусловлена следующими причинами:

– современная экологическая ситуация вызывает опасения, что в сырье, используемом для производства кондитерских изделий, не содержится достаточное количество витаминов и микроэлементов, необходимых для нормального функционирования человеческого организма;

– высокая степень переработки исходного сырья, присущая современным кондитерским производствам, не дает возможности сохранить то количество

витаминов и необходимых для человеческого организма микроэлементов, которое содержалось в исходном сырье;

– высокое содержание вредных добавок (красителей, пенообразователей и т.п.) и высокая калорийность делают кондитерские изделия мало популярными среди потребителей, стремящихся к здоровому образу жизни.

Внедрение нетрадиционного растительного сырья для производства новых видов кондитерских изделий массового производства, обогащенных белковыми веществами, микроэлементами, органическими волокнами, позволяет не только повысить пищевую ценность готовых изделий, но и экономить расход сахара, жира [3, 6].

Идея о внесении муки чиа из семян дикорастущего субтропического растения чиа легла в основу разработки сахарного печенья с обогащенным минеральным составом [34].

1.2. Технология производства мучных кондитерских изделий с применением нетрадиционного растительного сырья

1.2.1. Основные виды нетрадиционного растительного сырья

Мучные кондитерские изделия обладают привлекательным внешним видом, хорошим вкусом, ароматом и легко усваиваются организмом [15]. Они имеют высокую калорийность и хорошие органолептические свойства, но вместе с тем они содержат незначительное количество белков, витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон и их биологическая ценность, как правило, невысокая. Способы повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий достаточно разнообразны. Наиболее рациональным из них является введение в рецептуру нетрадиционных натуральных продуктов растительного происхождения, содержащих значительное количество белков, незаменимых аминокислот, витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон, способных повысить качество продукции и ее пищевую ценность.

Внедрение местного и нетрадиционного сырья в промышленности происходит по двум направлениям: создание новых рецептур изделий с применением этого сырья и замене одних видов сырья (как правило, сахара и жиров) другими согласно действующим рекомендациям.

Нетрадиционное сырье принято делить на следующие группы [7, 8, 11]:

1. Белковые обогатители – сырье, которое содержит белка не менее 25 %, например, зародыш пшеницы, сухая молочная сыворотка, сухая белковая смесь, ферментативный белок, горох, соя и другие.

2. Обогатители растительными волокнами – сырье, которое содержит клетчатки более 10 %, например, пивная и квасная дробина, пшеничные отруби и другие.

3. Комплексные обогатители – сырье, которое содержит белок, жиры, углеводы, витамины, макро- и микроэлементы, но белка менее 25 %, клетчатки менее 10 %, например, овощное и фруктовое пюре и порошки, сыворотка и другое.

Разработка рациональных путей применения новых видов сырья должна осуществляться на основе его функциональных свойств, обусловленных разнообразием химического состава строго индивидуального для разных видов хлебопродуктов с учетом их влияния на формирование реологических свойств теста и качества готовой продукции.

В работе С.Я. Корячкиной и Т.В. Матвеевой представлена классификация нетрадиционного сырья в рецептурах функциональных продуктов питания с другого ракурса: БАД, жиросодержащие добавки, пищевые волокна, минералсодержащие добавки, комплексные и фитодобавки [6, 9, 12].

Статья А.А. Рушиц [7] посвящена разработке рецептуры песочных полуфабрикатов с использованием порошка из морских водорослей, с целью создания продукции, обогащенной йодом. На основании проведенных исследований было установлено, что использование порошка фукуса положительно сказывается на потребительских свойствах изделий из песочного полуфабриката. Анализируя пищевую ценность разработанного полуфабриката уста-

новлено, что изделия с порошком фукуса содержат на 0,6 % больше белка, на 20,9 % больше натрия, на 21,1 % больше калия, на 21,7 % больше кальция, на 33,3 % больше магния, на 37,1 % больше железа.

В данной работе нами была рассмотрена возможность и опыт применения продукта переработки семян чиа [15, 16]. Чиа является субтропическим однолетним растением, принадлежащим к семейству *Lamiaceae*. Установлено, что содержание нерастворимых пищевых волокон в образцах чиа составляет более 80 %, растворимых пищевых волокон чуть менее 2 %. Среди пищевых волокон присутствует тенофовир (18–60 г/100 г). По известным данным, в семенах чиа также содержатся альфа-линоленовая кислота (ω -3) и линолевая кислота (ω -6), белки и антиоксиданты; по минеральному составу: содержание кальция, магния, железа, фолиевой кислоты, аскорбиновой кислоты.

В статье Е.И. Щербаковой [20] были проведены исследования по добавлению семян тыквы в МКИ. В рационе питания используют мякоть тыквы. Ее семена применяют как добавку в рационе питания. Семена тыквы являются ценным и перспективным источником целого комплекса биологически активных веществ: витаминов (B_1 , B_2 , B_9 , С, РР), фосфолипидов, токоферолов, каротиноидов, флавоноидов, насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, белков, минеральных и других полезных веществ. Они полезны при болезнях сердца, почек, ожирении, гипертонии, холецистите [10]. Для достижения поставленной цели было принято решение: в качестве контрольного образца использовать кекс «Столичный», приготовленный по рецептуре № 82 [12], а в качестве добавки – тыквенный порошок, приготовленный из семян тыквы. В ходе работы установили, что тыквенный порошок превосходит муку пшеничную высшего сорта по содержанию белка (на 53,69 %), жира (на 97,53 %), пищевых волокон (на 85,97 %), линоленовой кислоты (на 76,38 %), линолевой кислоты (на 97,45 %), натрия (на 77,95 %), калия (на 83,34 %), кальция (на 53,87 %), магния (на 96,71 %), фосфора (на 91,93 %), железа (на 86,73%), цинка (на 93,36 %), меди (на 93,24 %), витаминов: B_1 (на 28,57 %), B_2 (на 68,75 %), РР (на 73,43 %), С (на 100 %). Химический состав кекса «Столично-

го» с добавлением тыквенного порошка, по сравнению с контрольным, стал более обогащенным минеральными веществами, витаминами, полиненасыщенными жирными кислотами. А по содержанию пищевых волокон изделие является функциональным продуктом питания [27, 29].

Таким образом, проведенные исследования показывают целесообразность и перспективность разработки кондитерских мучных изделий с улучшенными свойствами. Это позволяет не только расширить ассортимент продукции, но и получить функциональные продукты питания.

1.2.2. Технология производства печенья

Сахарное печенье – мучное изделие, вырабатываемое из пластичного теста с большим содержанием сахара и жира. Изделия из такого теста рассыпчатые и хорошо набухают.

Производство сахарного печенья осуществляют двумя способами: на механизированных линиях с периодическим замесом теста и на поточно-механизированных линиях с непрерывным замесом теста.

Технологический процесс производства сахарного печенья состоит из следующих стадий: подготовка сырья и полуфабрикатов к производству; приготовление эмульсии (при непрерывном замесе теста) или рецептурной смеси (при периодическом замесе); приготовление теста; формование теста; выпечка; охлаждение; расфасовка, упаковка и хранение.

1.3. Обоснование возможности использования добавки NutraChia Low 8 в пищевых технологиях.

NutraChia Low 8 – перемолотые семена чиа, частично обезжиренные сверхкритической экстракцией. Из семян чиа удаляются 75 % масла с сохранением всех питательных веществ, в том числе и минеральных компонентов. Чиа является субтропическим однолетним растением, принадлежащим к семейству Lamiaceae. Чиа – традиционный продукт для употребления в пищу племенами Майя и жителями других стран Южной Америки (Мексика, Боли-

вия, Эквадор), которые до сих пор используют в пищу и для приготовления напитков семена и другие части этого растения, в частности, – зелень и масло из семян. В Европе потребление этого растения до настоящего времени не имело широкого распространения. В таблице 1 приведены данные по объему производства в различных регионах мира продуктов, содержащих Chia [11].

Таблица 1 – Объемы производства семян чиа в регионах мира

Компания	Электронный ресурс	Объем производства	Отрасль, продукт
1	2	3	4
США и Канада			
Nutraceuticals Holding LLC	www.omega3Chia.com www.researchedproducts.com	1Мт*/месяц	Индустрия пищевых добавок: семена чиа и капсулы с маслом чиа
Valensa International LLC	www.valensa.com	10 Мт/месяц	Индустрия пищевых добавок: масло чиа
Greensplus	www.greensplus.com	17 Мт/месяц	Пищевая промышленность: детские батончики с чиа
Nature's Path	www.naturespath.com	1 Мт/месяц	Детские батончик с чиа
Hempfood	www.ruthshempfoods.com	1,5 Мт/месяц	Зерновые завтраки
Salba	www.sourcesalba.com	300 Мт/год	Зерновые полоски.
Мексика			
Fuente natura	www.fuentenatura.cl	500 кг/месяц	Индустрия пищевых добавок: семена и капсулы с маслом чиа
Чили			
FPT SA	www.benexia.com	2 Мт/месяц	Индустрия пищевых добавок: семена и капсулы с маслом чиа
Empresas Carozzi SA	www.carozzi.cl	3 Мт/месяц	Макаронны (масло чиа), зерновые завтраки (семена чиа)
Австрия и Новая Зеландия			
Dovedale Bread	http://www.dovedalebead.co.nz	2 Мт/месяц	Хлебопекарная промышленность: хлеб с чиа
The Chia Company	www.theChiaco.com.au	Мт/месяц	Индустрия пищевых добавок: семена чиа
Азия			
Latina Inc., Japan	http://www.latina-inc.com	2 Мт/месяц	Индустрия пищевых добавок

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
ЕВРОПЕЙСКИЙ СОЮЗ			
Naturkost Ubelhor GmbH &Co. KG, DE	http://www.saChia.de	–	Индустрия пищевых добавок

* - Мт – метрическая тонна (1 Мт = 1000 кг)

Анализируя таблицу 1, можно прийти к выводу, что в современном мире использование растения чиа для пищевых целей достаточно широко. Максимальные объемы производства пищевых добавок, зерновых завтраков, кондитерских изделий, в том числе, для детей, наблюдаются в США и Канаде, а также в Австралии и Новой Зеландии. Такой высокий спрос на компоненты растения чиа объясняется ее уникальным химическим составом.

Семена чиа выпускаются в крафт упаковках со сроком годности 24 месяца. Показатели качества продукта отражаются в спецификации добавки NutraChia Low 8, которые приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели качества добавки NutraChia Low 8

Параметр	Содержание
Органолептические показатели	
Запах	Слабый аромат семян
Вкус и аромат	Легкий, приятный, типичный для семян
Цвет	Темно-коричневый с белыми частичками
Физико-химические показатели	
Сухое вещество	93 %
Белки	25 %
Жиры	17 %
Углеводы	44 %
Пищевая клетчатка	39 %
Зольный остаток	5 %
Химическая контаминация	
Микотоксины, мг/кг, не более: афлатоксин В ₁	0,005
Микробиологическая контаминация	
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	<1x10 ⁶ ед/г
БГКП	<10 ед/г
Кишечная палочка	Отсутствует
ДДТ и его метаболиты	0,02
патогенные микроорганизмы	Отсутствует

Высокая питательная ценность перемолотых семян чиа обусловлена наличием ценных компонентов: пищевые растворимые и нерастворимые волокна, омега–3 и омега–6 жирные кислоты, токоферолы, минеральные вещества. В ФГБУ «НИИ питания» РАМН было проведено определение содержания пищевых волокон и токоферолов. Количественное содержание пищевых волокон и токоферолов, содержание жирных кислот приведены в таблице 3, 4.

Таблица 3 – Содержание пищевых волокон и токоферолов в перемолотых семенах чиа NutraChia Low 8 [11]

Содержание	Обнаружено	Метод
Пищевых волокон	40,3 (декларировано 42,5)	АОАС Official Method 2001.03
-растворимых, %	81,6	АОАС Official Method 991.43
-нерастворимых, %	5,7	АОАС Official Method 985.29
Токоферолов, мг/кг	16,4	ВЭЖХ

Таблица 4 – Содержание жирных кислот и общего жира

Жирнокислотный состав	Обнаружено, %	Декларировано, %
Пальмитиновая	9,9	7,0
Пальмитолеиновая	0,05	< 0,2
Стеариновая	4,32	3,0
Олеиновая	8,6	7,8
Линолевая	22,2	19,7
α-Линолевая	52,2	61,6
Содержание жира	11,0	6,0-12,0

1.4 Сравнительная характеристика семян чиа и семян льна

Сравнительные данные о пищевой ценности семян растения чиа и семян льна, которые достаточно широко используются в питании населения России, приведены в таблице 5 и на рисунках 5, 6, 7.

Таблица 5 – Сравнительная характеристика состава пищевых веществ семян чиа и семян льна (на 100 г продукта) [12]

Пищевые вещества	Содержание в семенах чиа	Содержание в льняном масле
1	2	3
Белок, г	20-22	18,3
Углеводы, г	25-41	1,6

Окончание таблицы 5

1	2	3
Зола, г	4-6	3,7
Жир, г	30-35	42,2
Пищевые волокна, г	18-30	27,3
Насыщенные жирные кислоты, г	3,3	3,7
Ненасыщенные жирные кислоты, в том числе омега-3, г	27	21
Минеральные вещества, мг		
Кальций	536	255
Магний	350,3	292
Натрий	12,2	30
Калий	564	813
Фосфор	751	642
Железо	6,3	5,7
Цинк	4,4	4,3
Медь	1400	1220
Витамины, мг		
Витамин В ₁ (тиамин)	0,45	1,6
Витамин В ₂ (рибофлавин)	0,45	1,16
Витамин В ₆ (пиридоксин)	0,1	0,473
Витамин В ₉ (фолиевая кислота)	110	87
Витамин С (аскорбиновая кислота)	5,4	0,6
Витамин Е (токоферол)	1,16	0,31
Витамин РР (ниациновый эквивалент)	6,13	3,08
Энергетическая ценность, ккал	472	534

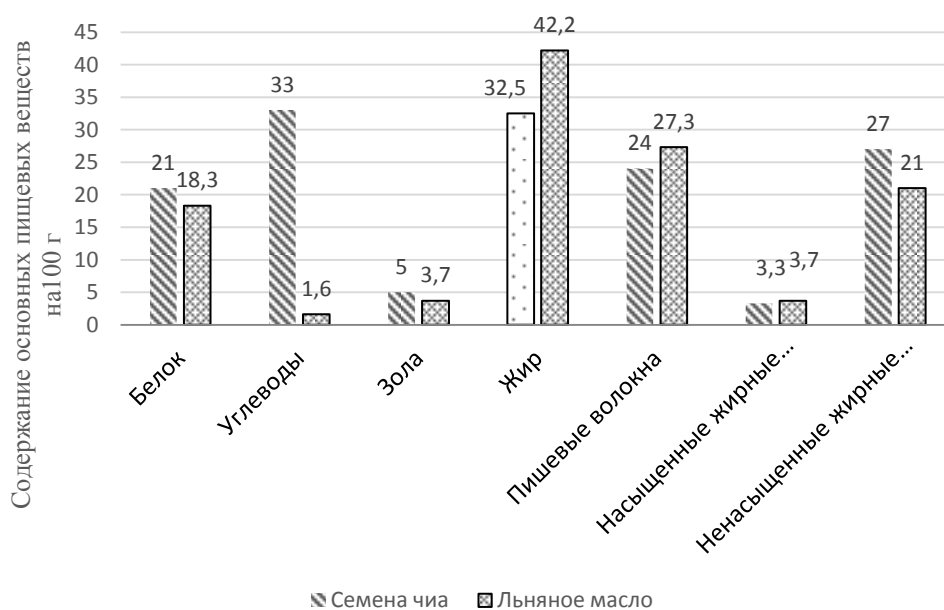


Рисунок 5 – Сравнительный анализ содержания основных пищевых веществ

Т.о. сравнительная оценка содержания пищевых веществ в семенах чиа и в семенах льна указывает на достаточное сходство основных показателей. Вместе с тем, обращает на себя внимание несколько более высокое содержание белка и меньшее содержание жира в семенах чиа в сравнении с семенами льна. Заслуживает особого внимания благоприятный жирнокислотный состав семян чиа. В них ниже содержание насыщенных жирных кислот (3,3 против 3,7 г/100 г в семенах чиа и льна, соответственно) и выше содержание ненасыщенных жирных кислот (27 против 20 г/100 г), соотношение которых составляет 9:1 и 6:1 в семенах чиа и льна, соответственно).

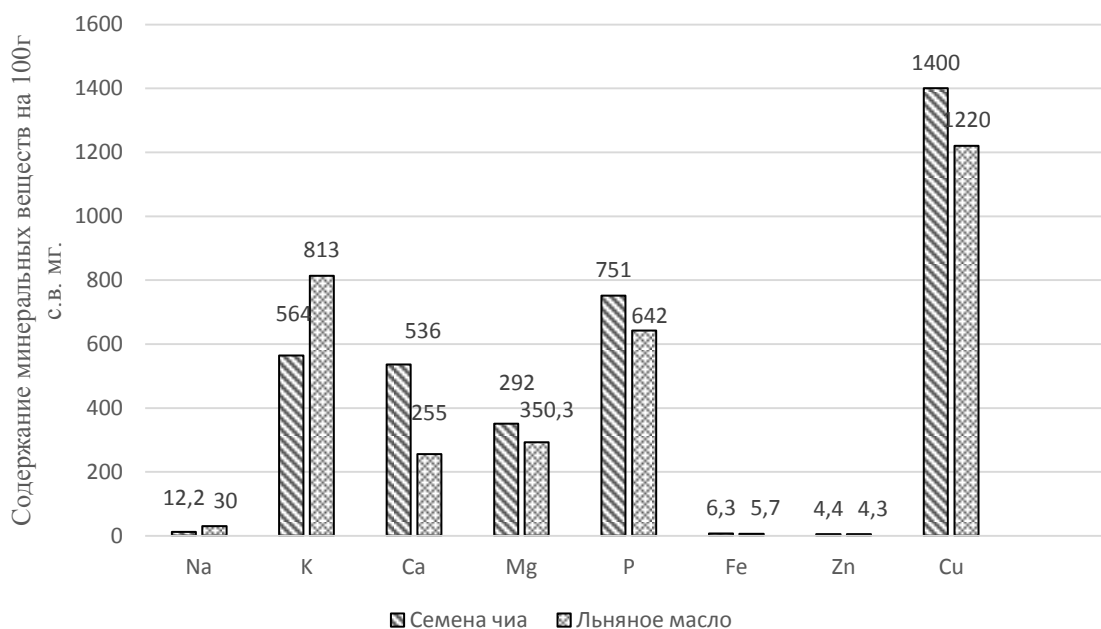


Рисунок 6 – Сравнительный анализ минерального состава семян чиа и льняного масла

По данным представленным в таблице и на рисунке, можно сделать вывод, что семена чиа богаче, чем семена льна, кальцием, железом, магнием, фосфором, медью.

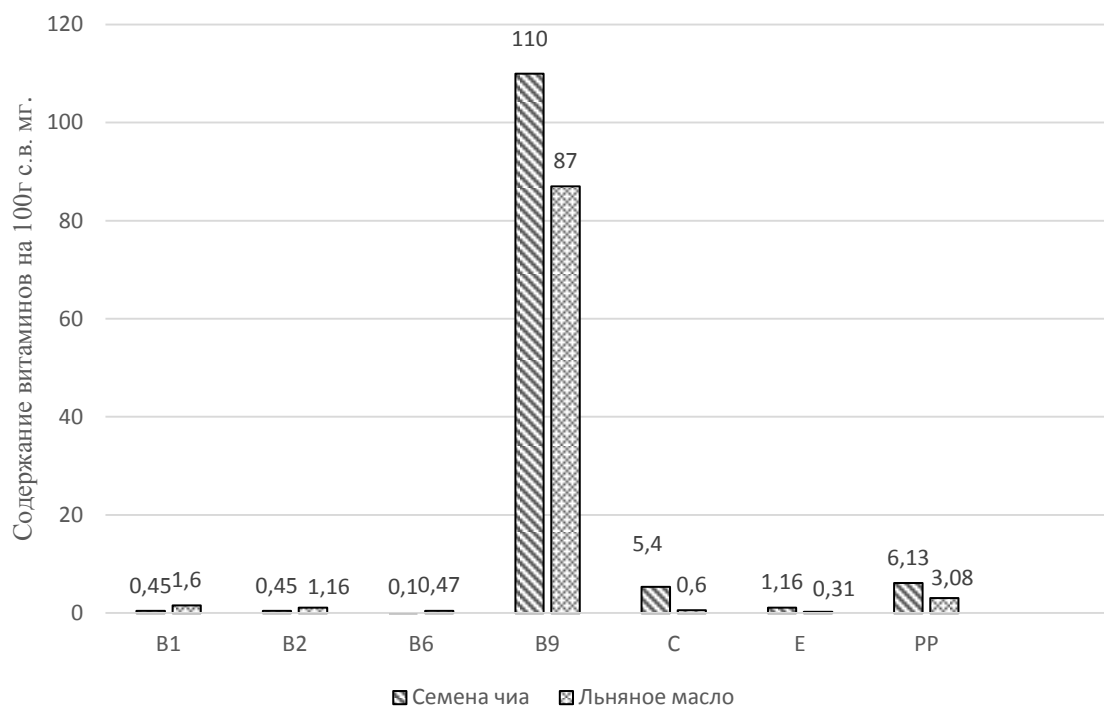


Рисунок 7 – Сравнительный анализ содержания витаминов в семенах чиа и льняном масле

По данным представленным в таблице и на рисунке можно сделать следующие выводы: в семенах чиа ниже содержание витаминов B₁, B₂ и B₆, но выше содержание фолиевой кислоты, значительно выше содержание аскорбиновой кислоты (5,4 мг против 0,6 мг в семенах чиа и льна, соответственно) и, что особенно существенно, выше содержание токоферола.

Таким образом, можно заключить, что пищевая ценность семян чиа достаточно близка к пищевой ценности семян льна, которые достаточно широко используются в питании населения России. В то же время, как было отмечено, особенностью семян чиа является еще более высокое содержание ω-3 жирных кислот, чем в семенах льна, причем одновременно семена чиа содержат существенно больше природного антиоксиданта токоферола, чем семена льна. Безопасность продуктов чиа подтверждена решением Европейского управления по контролю безопасности продуктов питания EFSA и в последние годы используется в питании населения стран ЕС [32].

1.5. Требования к качеству мучных кондитерских изделий

Качество мучных кондитерских изделий оценивают в соответствии с требованиями нормативной документации по органолептическим и физико-химическим показателям. ГОСТ 24901 – 89. Печенье. Общие технические условия. Настоящий стандарт распространяется на сахарное, затяжное и сдобное печенье, изготовляемое для нужд народного хозяйства и экспорта [13].

Печенье должно изготавливаться в соответствии с требованиями настоящего стандарта по рецептурам и технологическим инструкциям, с соблюдением санитарных правил, утвержденных в установленном порядке.

По органолептическим показателям печенье должно соответствовать требованиям, указанным в таблице 6.

Таблица 6 – Органолептические показатели качества печенья (ГОСТ Р 24901 – 89)

Наименование показателя	Характеристика и норма для печенья сахарного
1	2
Форма	Правильная, соответствующая данному наименованию печенья, без вмятин, края печенья должны быть ровными или фигурными.
	Допускаются изделия с односторонним надрывом не более 2 шт. в упаковочной единице и не более 3 % к массе в весовом печенье и в печенье с количеством штук в 1 кг – более 200.
	Изделия – надломанные не более 1 шт. в упаковочной единице массой до 400 г, не более 2 шт. в упаковочной единице массой более 400 г и не более 5 % к массе в весовом печенье;
	Печенье, содержащее более 5 % надломанного, относят к лому.
Поверхность	Гладкая с четким рисунком на лицевой стороне, не подгорелая, без вкраплений крошек.
	Допускаются изделия с небольшими вздутиями, нечетким рисунком и слегка шероховатой поверхностью не более 1 шт. в фасованном печенье и не более 5 % к массе в весовом.
	Поверхность глазированного печенья должна быть ровной или слегка волнистой без следов "поседения".
Цвет	Допускаются следы от кромок и швов листов и транспортерного полотна, не деформирующие печенье, а также изделия с углублениями в виде раковин, площадью не более 20 мм ² и с вкраплениями крошек: не более 1 шт. в фасованном печенье и не более 4 % к массе и весовом.

Окончание таблицы 6

1	2
Вкус и запах	Свойственные данному наименованию печенья, без посторонних запахов и привкуса.
Вид в изломе	Пропеченное печенье с равномерной пористостью, без пустот и следов непромеса.

По физико – химическим показателям печенье должно соответствовать требованиям, указанным в таблице 7.

Таблица 7 – Физико-химические показатели качества печенья (ГОСТ Р 24901 – 89)

Наименование показателя	Нормы для печенья сахарного из пшеничной муки высшего сорта	Метод анализа
1	2	3
Влажность, %	3,0 – 8,5	По ГОСТ 5900
Массовая доля общего сахара в пересчете на сухое вещество (по сахарозе), %, не более	27,0	По ГОСТ 5903
Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %	7,0 – 26,0	По ГОСТ 5899
Щелочность, град., не более	2,0	По ГОСТ 5898
Массовая доля золы, не растворимой в растворе с массовой долей соляной кислоты 10%, %, не более	0,1	По ГОСТ 5901
Намокаемость, %, не менее	150	По ГОСТ 10114

Выводы по разделу один:

Анализ научно – технической литературы подтверждает широкое распространение кондитерских изделий, а также актуальность расширения их ассортимента функционального назначения.

Благодаря рассмотрению современного состояния кондитерской отрасли, можно сделать вывод о выпуске кондитерскими предприятиями новых сортов кондитерских изделий, обогащенных витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами.

Решением устранения дефицита микронутриентов является обогащение кондитерских изделий, как продуктов широкого потребления среди всех слоев населения. Обогащение растительной добавкой NutraChiaLow 8, которая представляет собой перемолотые семена чиа, близкие по составу с семенами льна, перспективнее. В ходе сравнительного анализа компонентов семян чиа и льна было выявлено преимущество семян чиа по минеральному составу, содержанию омега-3 и омега-6 жирных кислот. Безопасность перемолотых семян чиа подтверждена решением Европейского управления по контролю безопасности продуктов питания EFSA.

2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Характеристика объектов исследования

В настоящее время в пищевой промышленности, а именно в мучных кондитерских изделиях можно выделить одну из основных тенденций – повышение пищевой ценности продукта за счет введения в его рецептуру нетрадиционных натуральных продуктов растительного происхождения, содержащих значительное количество белков, незаменимых аминокислот, витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон. Поэтому целью наших исследований явилась разработка сахарного печенья с повышенным минеральным составом, путем внесения в рецептуру нетрадиционного растительного сырья [11, 35].

Объектами наших исследований послужили:

– образцы муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта производства КФХ «Надежда» (Чебаркульский район, Челябинская обл.);

– образцы перемолотых семян чиа NutraChia Low 8 (семена частично обезжирены сверхкритической экстракцией с удалением 75 % масла и сохранением всех питательных веществ). Поставщик – «КИМА Лимитед» (г. Москва), официальный представитель компаний Аромко, Канегрейд (Великобритания);

– модельные образцы сахарного печенья из пшеничной муки высшего сорта, вырабатываемые по ГОСТ 24901-2014 «Печенье. Общие технические условия».

В качестве контроля использовали печенье «Октябрьское» из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта; в качестве опыта – с дополнительным внесением в количестве 7 % к массе муки перемолотых семян чиа NutraChia Low 8. NutraChia Low 8 вносили в виде концентрата – обогатителя на стадии замеса теста.

Семена чиа богаты омега–3 жирными кислотами, главным образом, альфа – линоленовой кислотой. Согласно липидному профилю данного продукта,

на долю омега-3 приходится до 60 % от общего количества жиров. А это очень высокий показатель, до которого не дотягивают многие другие здоровые продукты питания. Еще семена чиа – отличный источник клетчатки. Ее содержание достигает впечатляющих 10 г на 2 ст.л. продукта. Что составляет 1/3 от рекомендуемой медиками дневной нормы для взрослого человека. Высокая концентрация антиоксидантов, в том числе витаминов А, С и Е, не только обеспечивает защиту от самых опасных заболеваний современности, но также отвечает за длительный срок хранения семян – до 2-х лет без потери основных качеств. Кроме того, для семян чиа характерно внушительное количество ключевых минералов: кальция, фосфора, магния и марганца. Они имеют большое значение для энергетического обмена, участвуют в синтезе ДНК, помогают предотвратить гипертонию и ожирение [36].

Расчет закладки перемолотых семян чиа в рецептуру производили, опираясь на ранее проведенные исследования [38 – 39]. Согласно исследованиям, проведенным ранее, перемолотые семена чиа для приготовления кондитерских изделий вносили в количестве от 3 до 12 % взамен массы муки по рецептуре.

Для собственных опытных исследований были выбраны дозировки: 3 %, 5 % и 7 % взамен количества пшеничной муки по рецептуре. Для приготовления модельных образцов печенья в качестве базовой (контрольной) была выбрана рецептура сахарного печенья «Октябрьское» из муки высшего сорта из сборника рецептов кондитерских изделий [10]. Рецептура контрольного образца печенья представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Рецептура сахарного печенья «Октябрьское» из муки высшего сорта [10]

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 1 т готовой продукции, кг	
		в натуре	в сухих веществах
1	2	3	4
Мука пшеничная высшего сорта	85,5	599,54	512,61
Сахарная пудра	99,85	221,82	221,49

Окончание таблицы 8

Инвертный сироп	70	40,16	28,11
Сливочное масло	84	172,06	144,53
Молоко сгущенное	74	49,16	36,37
Меланж	27	54,56	14,73
Ванильная пудра	99,85	4,8	4,79
Соль	96,5	4,8	4,63
Сода	50	4,56	2,28
Аммоний	–	1,62	–
ИТОГО	–	1153,08	969,54
Потери сухих веществ, 1,45 %	–	–	14,54
ВЫХОД	95,5	1000	955

Модельные образцы печенья получали в лабораторных условиях с соблюдением стандартных параметров технологических операций. Для удобства выпечки образцов печенья сделали пересчет сырья на 0,3 кг. Рецептуры контрольного образца и образцов печенья с добавлением семян чиа представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Рецептуры исследуемых образцов печенья

Наименование сырья	Расход сырья на 0,3 кг продукта			
	контроль	с семенами чиа, %		
		3	5	7
Мука пшеничная высшего сорта	179,77	174,37	170,78	167,19
Семена чиа	–	5,40	8,99	12,58
Сахарная пудра	66,51	66,51	66,51	66,51
Инвертный сироп	12,04	12,04	12,04	12,04
Сливочное масло	51,59	51,59	51,59	51,59
Молоко сгущенное	14,74	14,74	14,74	14,74
Меланж	16,36	16,36	16,36	16,36
Ванильная пудра	1,44	1,44	1,44	1,44
Соль	1,44	1,44	1,44	1,44
Сода	1,37	1,37	1,37	1,37
Аммоний	0,49	0,49	0,49	0,49
Выход	300,00	300,00	300,00	300,00

Технология приготовления теста состоит из двух стадий: приготовления эмульсии и замешивания теста. Контрольный образец печенья готовился из пшеничной муки высшего сорта, опытные образцы печенья с внесением семян чиа в дозировке 3, 5 и 7 % взамен муки по рецептуре.

Эмульсию готовили из всего сырья за исключением муки пшеничной высшего сорта и семян чиа. Все жидкие компоненты и сахар – песок перемешивали 5 минут. Затем добавляли предварительно растворенные по отдельности в воде (температура воды 18 °С) химические разрыхлители и в последнюю очередь жир (с температурой 40 °С). Все тщательно перемешивали до однородной консистенции 10 минут.

Затем небольшими порциями добавляли смесь муки из высшего сорта и семян чиа в разных дозировках (3, 5 и 7 %) и замешивали тесто в течение 10 минут. Готовое тесто раскатывали на разделочной доске и отштамповывали ручным штампом.

Сформированные заготовки укладывали на противень и выпекали в течение 7 минут при температуре 240 °С. Готовое печенье охлаждали.

Семена чиа вносили на этапе замеса теста. Обратимся к рисунку 8.

По органолептическим и вкусовым качествам был выбран образец для дальнейших исследований с дозировкой 7 % обогатительной добавки в рецептуре. С исследуемыми образцами сахарного печенья (контроля и опыта 3) был проведен ряд органолептических и физико – химических испытаний.

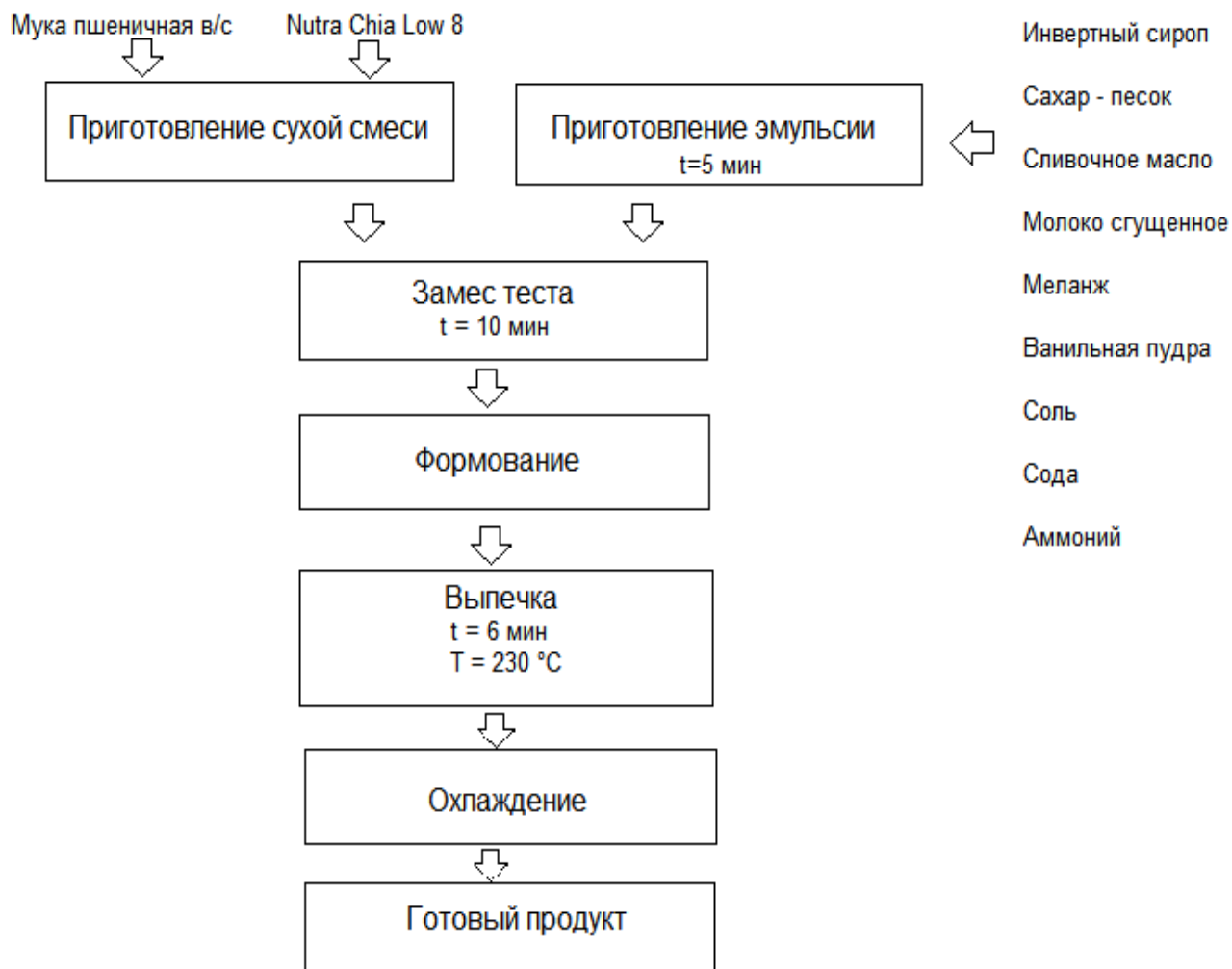


Рисунок 8 – Технологическая схема приготовления сахарного печенья с растительной добавкой Nutra Chia Low

2.2. Характеристика методов исследования

2.2.1. Микроскопирование муки

Микроскопирование муки осуществляли растровым электронным микроскопом JSM – 6460LV (фирмы JEOL, Япония), оснащенный спектрометром энергетической дисперсии для проведения микрорентгеноспектрального анализа фирмы OXFORD INSTRUMENTS (Англия) [10].

Работа микроскопа основана на методе дифракции отраженных электронов (EBSD, ДОРЭ), который известен также как метод дифракции Кикучи. Для получение картин дифракции отраженных электронов с помощью рас-

трового электронного микроскопа полированный образец наклоняют под углом 70°C по отношению к горизонтали. Электронный зонд направляют в интересующую точку на поверхности образца: упругое рассеяние падающего пучка отклоняет электроны от этой точки непосредственно ниже поверхности образца и электроны формируются на кристаллической плоскости. В тех случаях, когда удовлетворяется условие дифракции Брэгга для плоскостей атомов решетки кристалла, образуются по 2 конусообразных пучка дифрагированных электронов для каждого семейства кристаллических плоскостей. Для видимости конусов электронов на пути движения электронов помещают фосфоресцирующий экран, вслед за которым помещают высокочувствительную камеру для наблюдения (цифровую CCD камеру). Обычно камеру располагают таким образом, чтобы фосфоресцирующий экран находился ближе к образцу (горизонтально), с широким углом захвата дифракционной картины. Там, где конусообразные пучки электронов пересекаются с фосфоресцентным экраном, они проявляются в виде тонких полос, называемых полосами Кикучи. Каждая из этих полос соответствует определенной группе кристаллических плоскостей. Результирующие картины дифракции отраженных электронов состоят из множества полос Кикучи. С помощью специальных компьютерных программ автоматически определяется положение каждой из полос Кикучи, производится сравнение с теоретическими данными о соответствующей кристаллической фазе и вычисляется трехмерная кристаллографическая ориентация.

Общий вид растрового электронного микроскопа JEOL JSM – 6460 LV с системой микроанализа представлен на рисунке 9 [25].

Пучок электронов, эмитируемый вольфрамовым катодом в электронной пушке 1, формируется диафрагмами и электромагнитными линзами в лучепроводе 2 в тонкий электронный зонд, который затем отклоняется растровыми катушками и сканирует по поверхности образца. Исследуемый образец помещается в рабочую камеру 4, находящуюся под вакуумом, через шлюзовую камеру 5. Детекторы вторичных и обратно отраженных электронов так-

же находятся в рабочей камере 4. Управление микроскопом осуществляется через управляющую программу, установленную на персональном компьютере. Движение зонда по объекту разворачивается на экране монитора персонального компьютера 8, а поскольку количество электронов меняется от точки к точке при движении зонда по объекту, соответственно меняется контрастность, создавая изображение поверхности объекта.

Система микроанализа состоит из анализатора энергетической дисперсии 6 и анализатора волновой дисперсии 7. Управление микроанализом и обработка полученных данных осуществляется через управляющую программу, установленную на персональном компьютере. Результаты выводятся на экране монитора персонального компьютера 9. Ускоряющее напряжение на катод подается с высоковольтного блока, находящегося в стенде 10.

При исследовании на JEOL JSM – 6460 LV образец не должен заряжаться, т.к. заряженные области искажают полученное изображение. Для обеспечения дос-таточной электропроводности образца и хорошего выхода вторичных электро- нов применяется метод напыления металлами: золотом, серебром, медью, алю- минием и т.д. Образец обезжиривают спиртом, помещают в вакуумный универсальный пост, откачивают камеру на высокий вакуум и, используя специальные нагреватели, распыляют навеску металла, который покрывает образец тонким токопроводящим слоем, полностью сохраняя и повторяя рельеф образца. Затем об-разец закрепляют в предметном столике. Далее включают микроскоп. Для этого сначала включают систему охлаждения паромасляного диффузионного насоса. Затем ключ на передней панели 42 микроскопа переводят в положение «ON».



Рисунок 9 – Общий вид микроскопа JEOL JSM-6460LV с системой микроанализа:

1 – электронная пушка; 2 – лучепровод с системой диафрагм и электромагнитных линз; 3 – объективная диафрагма; 4 – рабочая камера; 5 – шлюзовая камера со штоком для перемещения образца внутрь колонны и обратно; 6 – анализатор энергетической дисперсии; 7 – анализатор волновой дисперсии; 8 – монитор персонального компьютера для вывода данных с растрового электронного микроскопа; 9 – монитор персонального компьютера для вывода данных с системы микроанализа; 10 – стенд электронного микроскопа, включающий в себя высоковольтный блок (для подачи ускоряющего напряжения), диффузионный насос, систему вакуумных клапанов

Далее включают персональный компьютер и запускают управляющую программу. Откачка колонны микроскопа на высокий вакуум занимает порядка 15 – 20 мин. По достижении нужного значения вакуума в системе на экране монитора 8 в управляющей программе подсветится значок, обозначающий подачу высокого напряжения на катод, а также раздастся звуковой сигнал. Затем помещают образец в рабочую камеру 4 через шлюзовую камеру 5, и проводят исследование поверхности, используя механизм перемещения объектов. Поверхность наблюдают на экране монитора компьютера.

2.2.2. Отбор проб и методы оценки органолептических свойств печенья

Органолептическую оценку печенья проводили по ГОСТ 5897 – 90 «Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей» и ГОСТ 24901 – 89 «Печенье. Общие технические условия» [7].

Органолептическую оценку качества печенья начинали с внешнего оформления и выявления отклонений в массе. Форма изделий должна быть правильная, недеформированная, без изломов, вмятин, с ровным обрезом в торцах, также должна иметь не более одного надрыв на одной из сторон печенья (если печенье слиплось), не более 3 % к массе в весовом печенье. Надлом допускается в количестве одной штуке на 400 грамм, или не более 5 % в весовом печенье [13].

Поверхность сахарного печенья должна быть гладкой с лицевой стороны, без вкраплений, не обгорелая и без крошек. Допускаются изделия с небольшими вздутиями и малой шероховатостью, не более 5 % к массе в весовом варианте. Нижняя сторона должна быть ровной, допускается шероховатость, следы от кромок и швов при транспортировке.

Цвет сахарного печенья должен соответствовать его названию, различных оттенков, равномерный. Допускаются потемнения на выступающих частях печенья, следы от сетки или трафарета.

Вид в изломе у сахарного печенья имеет равномерную пористость, пропеченность без следов непромеса и пустот.

Вкус и запах определяли опробованием продукта при температуре не ниже 18 и не выше 22 °С. Устанавливали наличие неприятных или несвойственных запахов и привкусов, хруста на зубах из-за присутствия минеральных примесей.

2.2.3. Методы определения физико – химических показателей и содержания белка

Определение массовой доли влаги проводили по ГОСТ 5900 – 73 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ» [15]:

Сущность метода заключается в высушивании навески изделия и полуфабриката при определенной температуре до постоянно сухой массы и определения потери массы по отношению к навеске.

Для определения влажности использовали: весы лабораторные общего назначения 3–го класса точности, шкаф сушильный электрический с контактами, эксикатор, стаканчики для взвешивания (бюксы), бюкса алюминиевая, палочки стеклянные.

Приготовление раствора соляной кислоты с массовой долей 20. Отмеряли цилиндром 500 см³ концентрированной соляной кислоты и разбавляли дистиллированной водой до 1000 см³.

Бюксу с палочкой и крышкой помещали в сушильный шкаф, нагретый до температуры 130 – 135 °С, выдерживали при этой температуре около 20 минут, затем помещали в эксикатор, давали остыть и взвешивали [16].

Проведение анализа:

Измельченную навеску массой не более 5 г, определяемой с погрешностью 0,01 г, взвешивали в предварительно высушенных и взвешенных бюксах со стеклянной палочкой.

Открытые бюксы с навесками помещали в сушильный шкаф, на уровне и вокруг шарика термометра, нагретый до температуры (130±2) °С. При внесении бюкса в шкаф температура в нем немного понижается, поэтому отсчет времени высушивания производили с того момента, когда термометр показывал 130 °С.

Длительность для высушивания сахарного печенья составляет 30 минут. По окончании высушивания бюксы с навесками неплотно прикрывали

крышками, помещают в эксикатор на 30 минут, а затем, плотно закрыв бюксы крышками, взвешивали.

Массовая доля влаги в процентах определяется по формуле 1:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m} \cdot 100, \quad (1)$$

где m_1 - масса бюксы с навеской до высушивания, г;

m_2 - масса бюксы после высушивания, г;

m - навеска, г.

Содержание влаги (X) в процентах определяется по формуле 2:

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

где m - масса пустого пакета, г;

m_1 - масса пакета с навеской до высушивания, г;

m_2 - масса пакета с навеской после высушивания, г.

Результаты параллельных определений вычисляли до второго десятизначного знака.

За окончательный результат принимали среднее арифметическое результатов двух параллельных определений.

Определение щелочности печенья проводили по ГОСТ 5898 – 87 «Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности» [14]:

Щелочная реакция печенья обусловлена наличием в нем частично не разложившихся при выпечке химических разрыхлителей, а также продуктов их разложения. Избыточное содержание щелочных соединений в печенье нежелательно и строго нормируется. Независимо от вида печенья этот показатель не должен превышать 2°.

Приборы и оборудование: весы технические; титровальная установка; фарфоровая ступка с пестиком; воронка; коническая колба вместимостью 500

см³ с пробкой; конические колбы или химические стаканы вместимостью 100 – 150 см³; вата или марля.

Реактивы: вода дистиллированная; бромтимоловый синий; 0,1 н. раствор серной кислоты.

Под градусами щелочности понимают количество см³ 0,1 н. раствора кислоты, необходимое для нейтрализации щелочей, содержащихся в 100 г изделий.

Проведение анализа:

Навеску измельченного печенья (25 г) помещали в коническую колбу емкостью 500 см³ и вливали 250 см³ дистиллированной воды. Смесь тщательно взбалтывали, закрывали пробкой и выдерживали 30 минут. Через каждые 10 минут смесь взбалтывали. Затем содержимое колбы отфильтровали через вату в сухую колбу. 50 см³ фильтрата вносили пипеткой в коническую колбу, добавляли 2-3 капли бромтимолового синего и титровали 0,1 н. раствором серной кислоты до появления желтого окрашивания.

Щелочность (X) определяется по формуле 3:

$$X = \frac{100 \cdot K \cdot n \cdot V}{10 \cdot V_1 \cdot m}, \quad (3)$$

где n - количество 0,1 н. раствора серной кислоты, пошедшее на титрование, см³;

K - поправочный коэффициент к титру 0,1 н. раствора серной кислоты;

V₁ - объем мерной колбы, в которой растворена навеска, см³;

V₂ - объем анализируемого раствора, см³;

m - масса навески изделия, г.

Определение намокаемости печенья проводили по ГОСТ 5900 – 73 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ» [15]:

Намокаемость (набухаемость) - это отношение массы намокшего за определенный промежуток времени печенья к массе сухого печенья, выраженное

в процентах. Печенье высокого качества должно намокать быстро и значительно.

Метод основан на установлении массы мучных кондитерских изделий при погружении в воду при температуре 20 °С на определенное время.

Оборудование: трехсекционная камера из нержавеющей сетки с размерами отверстий не более 2 мм², емкость для воды диаметром 140 и длиной 150 мм, весы лабораторные, термометр стеклянный технический, часы песочные на 2 минуты, секундомер.

Проведение анализа:

Для определения испытания камеру опускали в воду, вынимали, вытирали фильтровальной бумагой с внешней стороны и взвешивали с погрешностью не более 0,01 г.

В каждую секцию камеры закладывали по одному целому печенью и взвешивали камеру с изделиями на весах с погрешностью не более 0,01 г.

Камеру опускали в сосуд с водой, имеющей температуру 20 °С, на 2 мин.

Камеру вынимали из воды и держали 30 с в наклонном положении для стекания избытка влаги. После этого камеру вытирали с внешней стороны и взвешивали с намокшим изделием. Отношение массы намокшего изделия к массе сухого характеризует степень его намокаемости.

Степень намокаемости печенья (X) определяется по формуле 4:

$$X = \frac{M - M_2}{M_2 - M_1} \cdot 100, \quad (4)$$

где M- масса клетки с намокшим изделием, г,

M₁ - масса пустой клетки, г,

M₂ - масса клетки с сухим изделием, г.

Результат определения вычисляли с точностью до первого десятичного знака и округляли до целого числа.

Определение массовой доли общего сахара проводили по ускоренному методу по ГОСТ 5903 – 89 «Изделия кондитерские. Методы определения сахара» [16]:

Метод основан на окислении всех сахаров серноокислым раствором двуххромовокислого калия до углекислоты и воды и колориметрировании образовавшегося иона Cr , эквивалентного количеству вступившего в реакцию сахара.

Проведение анализа:

Навеску измельченного исследуемого изделия взвешивали с погрешностью не более 0,001 г из такого расчета, чтобы в 1 см^3 раствора было 0,004 общего сахара.

Массу навески (m) в граммах определяют по формуле 5:

$$m = \frac{0,004 \cdot V}{P} \cdot 100, \quad (5)$$

где 0,004 – оптимальная концентрация редуцирующих веществ раствора навески, $\text{г}/\text{см}^3$;

V – вместимость мерной колбы, см^3 ;

P – предполагаемая массовая доля общего сахара в изделии, %.

В мерную колбу вместимостью 100 см^3 мерным цилиндром вносили 25 см^3 серноокислого раствора двуххромовокислого калия, 10 см^3 фильтрата исследуемого раствора и 15 см^3 дистиллированной воды. Колбу помещали в кипящую водяную баню на 10 мин, охлаждали до комнатной температуры, доводили объем дистиллированной водой до метки, тщательно перемешивали и измеряли оптическую плотность. По значению оптической плотности и калибровочному графику находили соответствующее количество общего сахара, условно выраженное в сахарозе.

Массовую долю общего сахара (X) в процентах, выраженную в сахарозе, определяют по формуле 6:

$$X = \frac{m_1 \cdot V \cdot K \cdot 100}{m V_1 \cdot 1000}, \quad (6)$$

где m – масса навески изделия, г;

m_1 – масса сахарозы, полученная по калибровочному графику, мг;

V – вместимость мерной колбы, см³;

V_1 – объем исследуемого раствора, взятый для анализа, см³;

1000 – коэффициент пересчета миллиграммов сахарозы в граммы;

K – поправочный коэффициент, учитывающий окисление декстринов (0,96).

Массовую долю общего сахара (X) в процентах в пересчете на сухое вещество определяют по формуле 7:

$$X = \frac{X \cdot 100}{1000 - W}, \quad (7)$$

где W – массовая доля влаги в исследуемом изделии, %.

Определение массовой доли общей золы проводили по ГОСТ 5904 – 14 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли золы и металломагнитной примеси» [15]:

Метод основан на сжигании органических веществ в навеске исследуемого продукта.

Проведение анализа:

Навеску исследуемого продукта массой 5 – 10 г помещали в предварительно взвешенный проклеенный до постоянной массы тигель. Навеску сначала осторожно обугливали на электрической плитке до прекращения выделения дыма. После обугливания навески тигель ставили в муфельную печь, нагретую до 500 – 600 °С. Озоление вели до полного исчезновения черных частиц, пока цвет золы не стал белым. После охлаждения в эксикаторе тигель взвешивали, затем вторично прокаливали. Озоление считают законченным, если масса тигля с золой после повторного взвешивания изменилась не более чем на 0,0015 г.

Массовую долю общей золы (X) в процентах вычисляют по формуле 8:

$$X = \frac{(m_1 - m) \cdot 100}{m_2}, \quad (8)$$

где m – масса тигля, г;

m_1 – масса тигля с остатком после сжигания навески и прокаливания, г;

m_2 – масса навески продукта, г.

Результаты параллельных определений вычисляли до третьего десятичного знака и округляли до второго десятичного знака. За окончательный результат анализа принимали среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми в одной лаборатории не должны превышать по абсолютной величине 0,02 %, выполненных в разных лабораториях – 0,003 %.

Предел допускаемых значений погрешности измерения 0,03 % ($P=0,95$).

Определение массовой доли жира проводили по ГОСТ 31902 – 12 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли жира» [16]:

Метод основан на извлечении жира из анализируемой пробы монобром- или моноклорнафталином и определении показателя преломления растворителя и раствора жира.

Проведение анализа:

Пробу измельченного анализируемого продукта взвешиваем до третьего десятичного знака. Массу анализируемой пробы определяем по таблице 10.

Таблица 10

Предполагаемая массовая доля жира, %	Масса анализируемой пробы анализируемого продукта, г
Более 30	Не менее 0,5
Св. 20 до 30 включ.	От 0,6 до 0,8 включ.
От 10 до 20 включ.	Св. 0,8 до 1,2 включ.
Менее 10	Св. 1,2 до 1,7 включ.

Пробу продукта помещали в фарфоровую ступку, растирали пестиком 2 – 3 мин, затем приливали 2 см³ растворителя предварительно откалиброванной пипеткой и вновь все растирали в течение 3 мин, фильтровали содер-

жимое через бумажный фильтр в маленький стаканчик. Фильтрат перемешивали стеклянной палочкой. Две капли фильтрата наносили на призму рефрактометра и отсчитывали показатель преломления. Показатель преломления определяли три раза и за результат определений приняли среднеарифметическое значение результатов измерений.

Массовую долю жира (X) в пересчете на сухое вещество вычисляют по формуле 9:

$$X = \frac{X \cdot 100}{100 - W}, \quad (9)$$

где X – массовая доля жира, %;

W – массовая доля влаги в анализируемом продукте.

Вычисления проводили до второго десятичного знака с последующим округлением до первого десятичного знака. За окончательный результат определения массовой доли жира принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений.

Метод определения белка.

Метод заключается в определении азота по Кьельдалю с последующим пересчетом на белок. Сущность метода состоит в разложении органического вещества пробы кипящей концентрированной серной кислотой с образованием солей аммония, переводении аммония в аммиак, отгонке его в раствор кислоты, количественном учете аммиака титрометрическим методом и расчете содержания азота в исследуемом материале.

Среднюю пробу печени готовят согласно прописи отбора проб по стандарту определения белка на соответствующий продукт. Для пересчета содержания белка на сухое вещество (в случае необходимости определения данного показателя) определяют влажность исследуемого образца.

Для проведения анализа подготавливают три катализатора, 4 %-ного раствора борной кислоты и 0,05 моль/дм³ (0,1 н) раствора серной кислоты. Первый катализатор готовят следующим образом: смешивают 1 весовую часть

сернистой меди и 30 весовых частей сернистого калия, тщательно растирают в ступке до получения мелкозернистого порошка. Вторым катализатором: смешивают 10 весовых частей сернистой меди, 100 весовых частей сернистого калия и 2 весовые части селена. Тщательно растирают в ступке до получения мелкозернистого порошка. Третий катализатор является смесью перекиси водорода и 30 %-ный водного раствора. Для получения смешанного индикатора растворяют 0,20 г метилового красного и 0,10 г бромкрезолового зеленого в 100 см³ 96 %-ного этилового спирта.

Для начала проведения анализа из усредненной измельченной гомогенной пробы исследуемого образца взвешивают в пробирке точную навеску, с погрешностью не более 0,1 %. Содержание азота в анализируемой пробе должно быть не менее 10 мг. Навеску количественно переносят в колбу Кьельдаля. Далее осуществляют минерализацию: добавляют в колбу Кьельдаля 1,5–2 г смешанного катализатора 1 или 2, после осторожно приливают 10–15 см³ концентрированной серной кислоты.

После реакции минерализации колбу покрывают стеклянной воронкой и устанавливают на нагреватель так, чтобы ее ось была наклонена под углом 30–45° к вертикали. Вначале колбу нагревают умеренно, чтобы предотвратить бурное пенообразование. При нагревании навеску время от времени помешивают вращательными движениями колбы. После исчезновения пены нагревание усиливают, пока жидкость не будет доведена до постоянного кипения, при этом следят за тем, чтобы на стенках колбы не оставалось черных несгоревших частиц, смывая их легким встряхиванием содержимого колбы или прибавлением небольшого количества серной кислоты. После того как жидкость обесцветится (допускается слегка зеленоватый оттенок), нагрев продолжают в течение 30 мин.

После охлаждения к содержимому колбы постепенно приливают, взбалтывая, около 70 см³ дистиллированной воды, охлаждают и приступают к отгонке аммиака.

В бачок–парообразователь через воронку наливают дистиллированную воду (несколько больше половины общего объема бачка) и открывают кран на воронке и зажим на отводящей пар трубке в колбу Кьельдаля. Нагревают воду в бачке на газовой горелке или электрической плитке. Присоединяют пустую колбу Кьельдаля к каплеуловителю холодильника и воронке для щелочи и после того, как вода в бачке закипит, закрывают кран воронки бачка–парообразователя. Включают холодильник, подставляют под него пустую коническую колбу и в течение 5 – 10 мин «пропаривают» прибор. После пропаривания открывают краны воронки бачка-парообразователя и воронки для щелочи и закрывают зажим на отводящей пар трубке в колбу Кьельдаля. Под холодильник подставляют вместо пустой конической колбы коническую колбу с предварительно налитыми в нее из пипетки 20 см^3 4 %-ной борной кислоты и 5 капель смешанного индикатора или 25 см^3 0,05 моль/дм³ раствора серной кислоты.

Колбу подставляют под холодильник так, чтобы его кончик был погружен в раствор кислоты на глубину не менее чем 1 см. Вместо пустой колбы Кьельдаля присоединяют колбу с сожженной навеской анализируемой пробы. Закрывают кран воронки для щелочи, наливают в воронку 33 % раствора щелочи и, открывают понемногу кран воронки для щелочи при осторожном покачивании колбы Кьельдаля, приливают избыток щелочи, при этом цвет раствора должен резко измениться – от прозрачного до синего или бурого. Открывают зажим на отводящей пар трубке в колбу Кьельдаля и закрывают остальные краны, при этом пар будет проходить через жидкость в колбе Кьельдаля и увлекать аммиак. В холодильнике пар конденсируется. Раствор аммиака попадает в колбу с 0,1 н раствором серной кислоты. При нормальном кипении объем раствора в приемной колбе через 20 – 30 мин обычно составляет $150 - 80\text{ см}^3$. Конец отгонки можно установить с помощью красной лакмусовой бумажки. Для этого приемную колбу отставляют от аппарата, предварительно обмыв конец холодильника дистиллированной водой, и подставляют лакмусовую бумажку под стекающие капли дистиллята. Если лак-

мус не синее, отгон аммиака закончен. Если лакмус синее, приемную колбу снова подставляют под холодильник и продолжают отгонку. После окончания отгонки приемную колбу опускают и конец холодильника обмывают дистиллированной водой в приемную колбы. После этого открывают краны на воронке бачка-парообразователя и воронке для щелочи и закрывают зажим отводящий пар трубки в колбу Къельдаля. Содержимое приемной колбы титруют 0,1 моль/дм³ раствором гидроксида натрия до перехода окраски в зеленую.

Необходимо параллельно с определением азота в исследуемой пробе проводит определение азота в реактивах («холостой опыт») для внесения соответствующей поправки в результат анализа. Определение азота в реактивах следует повторять каждый раз после замены партии серной кислоты, катализатора или титрованных растворов. Допускается отгонка аммиака (особенно в случае применения больших колб для сжигания) без использования пара непосредственно нагревом колбы на электрическом нагревателе. Проведение отгонки аммиака и все последующие операции проводятся так же, как и с применением пара.

Массовую долю азота (X) в испытуемой пробе в процентах от ее массы при проведении отгонки аммиака в борную кислоту вычисляют по формуле (10):

$$X = \frac{(V_1 - V_0) \cdot K \cdot 0,0014 \cdot 100}{M}, \quad (10)$$

где V_1 – объем раствора серной кислоты, израсходованный на титрование испытуемого раствора, см³;

V_0 – объём раствора серной кислоты, израсходованной на титрование в контрольном образце, см³;

K – поправка к титру 0,05 ммоль/дм³ раствора серной кислоты, если он приготовлен не из стандарт-титра;

0,0014 – количество азота, эквивалентное 1 см³ раствора серной кислоты, г;

M – масса навески, г.

Массовую долю азота (X) в испытуемой пробе в процентах от ее массы при проведении отгонки аммиака в борную кислоту вычисляют по формуле (11):

$$X = \frac{(V_1 - V_0) \cdot K \cdot 0,0014 \cdot 100}{M}, \quad (11)$$

где V_1 – объем 0,1 моль/дм³ раствора гидроокиси натрия, израсходованный на титрование 0,05 моль/дм³ серной кислоты в контрольном образце, см³;

V_0 – объём 0,1 моль/ дм³ раствора гидроокиси натрия, израсходованный на титрование серной кислоты в испытуемом растворе, см³;

K – поправка к титру 0,1 моль/дм³ раствора гидроокиси натрия;

0,0014 – количество азота, эквивалентное 1 см³ 0,06 моль/ дм³ раствора серной кислоты;

M – масса навески, г.

За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных испытаний. Результаты вычисляют до третьего десятичного знака и округляют до второго десятичного знака.

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3. 1. Результаты собственных исследований

3.1.1. Изучение органолептических показателей

Органолептические показатели качества являются основополагающими в формировании потребительских предпочтений сахарного печенья.

Органолептический анализ представляет собой исследование качества продукции с помощью органов чувств: зрения, обоняния, вкуса и осязания. На предприятиях общественного питания органолептический метод контроля качества блюд и кулинарных изделий используется при систематической проверке их качества службой контроля качества. Органолептический анализ, несмотря на его субъективность, позволяет быстро и просто оценить качество сырья, полуфабрикатов и кулинарной продукции, обнаружить нарушения рецептуры, технологии производства, что в свою очередь дает возможность принять меры к устранению обнаруженных недостатков. К органолептическим показателям относятся такие качества как внешний вид и поверхность изделия, цвет, вкус и запах изделия [16].

В ходе работы выяснили, что наши образцы печенья соответствуют требованиям стандарта. Результаты исследований представлены в таблице 11

Таблица 11 – Результаты органолептической оценки качества печенья

Наименование показателей	Результаты исследований			
	контроль	опыт 1	опыт 2	опыт 3
Форма	Правильная, соответствующая данному наименованию печенья, без вмятин, края печенья ровные			
Поверхность	Гладкая, не подгорелая	Не подгорелая, с вкраплениями семян чиа		
Цвет	Светло-коричневый			
Вкус и запах	Свойственный данному наименованию печенья, без посторонних запахов и привкусов	Привкус семян чиа		
Вид на изломе	Пропеченное печенье с равномерной пористостью.	Пропеченное печенье с вкраплениями семян чиа		

Для удобства оценки органолептических показателей образцам, были выставлены баллы от 1 до 5. Данные занесены в таблицу 12.

Таблица 12 – Результаты органолептической оценки качества теста

Органолептические показатели	Контрольный образец	опыт 1	опыт 2	опыт 3
Состояние поверхности	Гладкая	Гладкая, с вкраплениями семян чиа		
Консистенция	Нормальная	Нормальная, с вкраплениями семян чиа		
Вкус и запах	Свойственный, нормальный			

В результате экспериментальных данных выяснили, что оптимальная дозировка обогащающей добавки при производстве сахарного печенья – 7 % (образец 3). Органолептическая оценка образцов показала, что все образцы имели хороший внешний вид, правильную форму. Цвет на изломе у опытного образца с добавлением семян чиа, был более насыщенным, с вкраплениями семян чиа в сравнении с контрольным образцом. Так же отличались вкус и запах опытного образца. С добавлением семян чиа добавились привкус семян и легкий аромат, свойственный семенам чиа.

3.1.2. Изучение физико-химических показателей

Результаты исследований представлены в таблице 13

Таблица 13 - Результаты исследований печенья

Показатель	Контрольный образец	Количество муки из семян чиа, 3% к массе муки	Количество муки из семян чиа, 5% к массе муки	Количество муки из семян чиа, 7% к массе муки
1	2	3	4	5
Влажность, %	4,5	4,6	4,9	5,0

Окончание таблицы 13

1	2	3	4	5
Щелочность, град	2,0	1,8	1,7	1,9
Намокаемость, %	152	155	160	169
Содержание белка, г/100г	7,6	7,8	8,2	8,7
Массовая доля золы, %	0,58	0,60	0,62	0,68

По данным таблицы 12 можно сказать, что с добавлением растительной добавки NutraChia Low 8 в печенье физико – химические показатели немного изменились по сравнению с контрольным образцом, но при этом остаются в норме по сравнению со всеми стандартными.

3.1.3. Изучение минерального состава

Состав мучных кондитерских изделий массового потребления, вырабатываемых по государственным стандартам, не отвечает современным требованиям науки о питании: не выдерживается требуемый баланс белков с углеводами, низкое содержание витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон, повышенное количество легкоусвояемых углеводов [28, 29].

По литературным данным за счет употребления мучных кондитерских изделий покрывается около 47 % потребности в таких важных микроэлементах, как медь, марганец, цинк, кобальт. Потребность в кальции покрывается на 11,5, в фосфоре – 45,6, в магнии – 43,1, в железе – на 84,7 % [30, 31].

Минеральные вещества содержатся в мучных изделиях в различных количествах. Чем больше выход муки, тем богаче мучные изделия этими веществами. Мучные изделия из муки всех сортов богаты калием, фосфором, магнием и в меньшей степени обеспечены железом и кальцием. Недостаток кальция и железа особенно ощущается в муке сортовых помолов. При оптимальном соотношении Са:Р как 1:1–1:2 содержание фосфора в мучных изделиях превышает содержание кальция в пять раз. Оптимальное соотношение Са:Mg от 1:0,44 до 1:0,7, а в мучных кондитерских изделиях оно равно 1:2,3,

тоже выше оптимального, поэтому они нуждаются в обогащении кальцием и железом [32]. Элементный состав образцов муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и перемолотых семян чиа NutraChia Low 8 определяли на рас-
трово-м электронном микроскопе JSM – 6460LV (фирмы JEOL, Япония), ос-
нащенном спектрометром энергетической дисперсии для проведения микро-
рентгеноспектрального анализа фирмы OXFORD INSTRUMENTS (Англия).

Содержание меди, железа и цинка в образцах печенья определяли по
ГОСТ 30178-96; содержание фосфора, магния и кальция – согласно Руково-
дству по методам анализа и безопасности пищевых продуктов (под редакци-
ей И.М. Скурихина); массовую долю золы – по ГОСТ 5901-87.

На первом этапе исследований представляло интерес изучить элементный
состав образцов муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и перемоло-
тых семян чиа NutraChia Low 8 в сравнительном аспекте. Результаты иссле-
дований представлены на рисунках 10, 11.

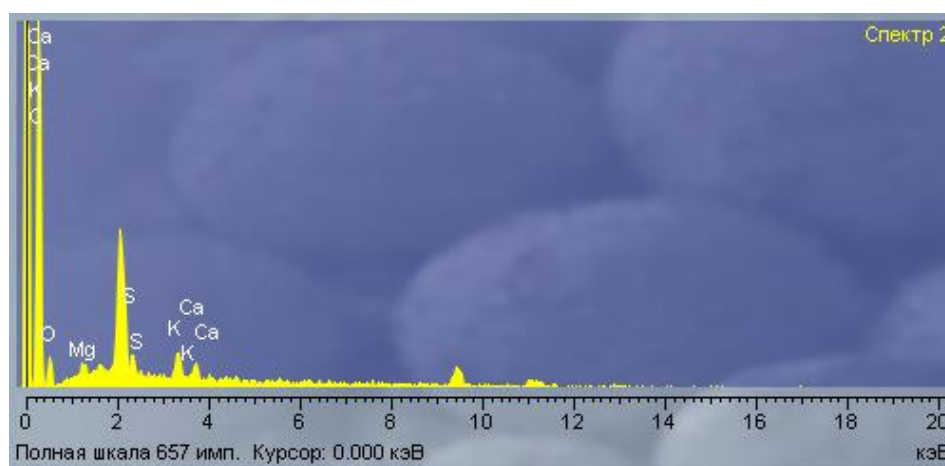


Рисунок 10 – Элементный состав муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта

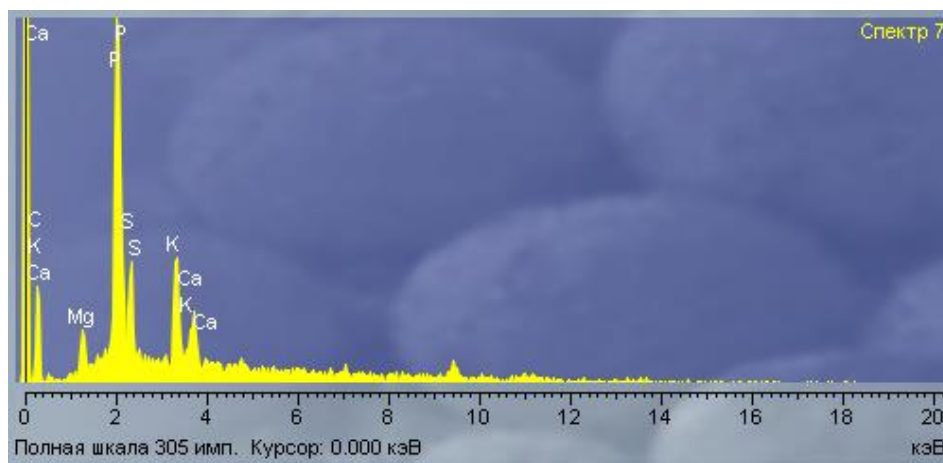


Рисунок 11 – Элементный состав перемолотых семян чиа NutraChia Low 8

Представленные спектрограммы муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и перемолотых семян чиа NutraChia Low 8 имеют резкие отличия по количеству отдельных химических элементов, что отражено в таблице 14.

Таблица 14 – Содержание отдельных минеральных элементов в образцах сырья

Наименование показателя	Результаты исследований, весовых %	
	мука пшеничная в/с	чиа NutraChia Low 8
1	2	3
Содержание углерода	65,6	70,1
Содержание кислорода	48,4	33,4
Содержание фосфора	0,98	11,2
Содержание кальция	0,21	10,2
Содержание калия	1,8	6,9
Содержание магния	0,19	0,47
Содержание серы	0,20	0,45

По количеству таких органических соединений, как углерод и кислород, изучаемые образцы растительного сырья имеют свои особенности. Так, в перемолотых семенах чиа NutraChia Low 8 несколько выше содержание углерода – на 7 %, и достоверно ниже содержание кислорода – на 31 %. Меньшие концентрации последнего объяснимы более грубым измельчением семян чиа – готовый продукт представляет собой отдельные агломерированные частицы перемолотых семян травянистого растения *Salvia hispanica*, на фоне более тонкого измельчения зерна пшеницы при переработке его в муку и много-

кратным просеиванием готового порошкообразного продукта (в результате чего происходит насыщение кислородом) – муки в процессе ее производства.

Из макроэлементов в образцах чиа NutraChia Low 8 содержится больше кальция (в 49 раз), фосфора (в 11 раз), калия (в 3,8 раза), магния (в 2,5 раза). Содержание серы также больше (в 2 раза), что, скорее всего, обусловлено повышенным содержанием белка в семенах чиа NutraChia Low 8 [34], поскольку известно, что сера входит в состав белков за счет содержания в отдельных аминокислотах: цистеине, цистине, метионине.

Элементный состав образцов муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и перемолотых семян чиа NutraChia Low 8 согласуется с результатами исследований отдельных минеральных элементов в модельных образцах печенья (таблица 15).

Таблица 15 – Содержание отдельных минеральных элементов в модельных образцах печенья

Наименование показателя	Результаты исследований			
	контроль		опыт	
	факт. содержание	% от ФП	факт. содержание	% от ФП
Содержание фосфора, мг/100 г	69,1±1,3	8,6	90,9±1,5	11,3
Содержание меди, мг/100 г	0,084±0,002	8,4	0,120±0,002	12,0
Содержание железа, мг/100 г	0,548±0,005	5,5 (для мужчин) 3,0 (для женщин)	0,722±0,003	7,2 (для мужчин) 4,0 (для женщин)
Содержание цинка, мг/100 г	0,349±0,002	2,9	0,523±0,004	4,4
Содержание магния, мг/100 г	14,79±0,70	3,7	25,69±0,90	6,4
Содержание кальция, мг/100 г	9,94±0,50	1,0	16,62±0,50	1,6
Массовая доля золы, %	0,58±0,04	–	0,68±0,03	–

Примечание: ФП – физиологическая потребность (согласно МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации»).

Результаты исследований свидетельствуют о положительном влиянии растительной добавки NutraChia Low 8 на восполнение минеральной ценности печени. Из макроэлементов в опытных образцах печени содержится больше магния (в 1,7 раза), кальция (на 67 %), фосфора (на 31 %), из микроэлементов – меди (в 1,4 раза), железа (на 32 %).

3.2. Экономическая эффективность

Рынок мучных кондитерских изделий является одним из наиболее стратегически важных, поскольку кондитерские изделия представляют собой продукты повседневного спроса. Кроме того, они не являются сезонным продуктом, продажи данной продукции стабильны в течение года. Мучные кондитерские изделия пользуются широким спросом, их производство выгодно и быстро окупается [26].

Для получения экономических показателей исследуемого сахарного печенья возьмем ориентировочные закупочные оптовые цены на сырьё и ингредиенты (без НДС) из расчета на 1 т вырабатываемого продукта. Данные представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Средняя закупочная цена применяемого сырья

Ингредиенты	Цена за 1т сырья, тыс.руб
Мука пшеничная высшего сорта	16,50
Сахар – песок	38,90
Сливочное масло	150,00
Молоко сгущенное	170,00
Меланж	50,00
Ванильная пудра	28,00
Соль	22,00
Сода	20,00
Аммоний	35,00

При расчете экономических показателей принимаем вес литра воды равным 1 кг.

Таблица 17 – Расход сырья для 1т печенья

Ингредиенты	Расход сырья на 1 т готовой продукции, кг
Мука пшеничная высшего сорта	599,54
Сахар – песок	221,82
Сливочное масло	172,06
Молоко сгущенное	49,16
Меланж	54,56
Ванильная пудра	4,8
Соль	4,8
Сода	4,56
Аммоний	1,62

Себестоимость производства 1т сахарного печенья по рецептуре, указанной в таблице 17, с учетом цен на сырье, указанных в таблице 16, рассчитывается по формуле 12.

$$C_1 = \sum p_i \cdot m_i = (16,50 \cdot 599,54) + (38,90 \cdot 221,82) + (150,00 \cdot 172,06) + (170,00 \cdot 49,16) + (50,00 \cdot 54,56) + (28,00 \cdot 4,8) + (22,00 \cdot 4,8) + (20,00 \cdot 4,56) + (35,00 \cdot 1,62) = 55803,31 \text{ тыс. руб.} \quad (12)$$

где C_1 – себестоимость 1т сахарного печенья, выработанного по исходной рецептуре, руб.;

p_i – цена 1 т (л) i -го ингредиента, найденная по таблице 15, тыс. руб.;

m_i – масса i -го ингредиента для приготовления 1т сахарного печенья, найденная по таблице 16, кг.

Для расчета себестоимости сахарного печенья с растительной добавкой NutraChia Low 8 обратимся к рецептуре экспериментального образца, которая представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Рецепт опытного образца печенья

Ингредиенты	Расход сырья на 1 т готовой продукции, кг
Мука пшеничная высшего сорта	557,64
NutraChia Low 8	41,9
Сахар-песок	221,82
Сливочное масло	172,06
Молоко сгущенное	49,16
Меланж	54,56
Ванильная пудра	4,8
Соль	4,8
Сода	4,56
Аммоний	1,62

Стоимость растительной добавки NutraChia Low 8 990тыс рублей за 1 т.

Себестоимость производства 1т сахарного печенья по рецептуре, указанной в таблице 18, с учетом цен на сырье, указанных в таблице 16, рассчитывается по формуле 13.

$$C_1 = \sum p_i \cdot m_i = (16,50 \cdot 557,64) + (990 \cdot 41,9) + (38,90 \cdot 221,82) + (150,00 \cdot 172,06) + (170,00 \cdot 49,16) + (50,00 \cdot 54,56) + (28,00 \cdot 4,8) + (22,00 \cdot 4,8) + (20,00 \cdot 4,56) + (35,00 \cdot 1,62) = 96592,96 \text{ тыс. руб.} \quad (13)$$

где C_1 – себестоимость 1т сахарного печенья, выработанного по рецептуре опытного образца, руб.;

p_i – цена 1 т (л) i -го ингредиента, найденная по таблице 15, тыс. руб.;

m_i – масса i -го ингредиента для приготовления 1т сахарного печенья, найденная по таблице 17, кг.

Отклонение себестоимости сахарного печенья после введения в его рецептуру NutraChia Low8 рассчитывается по формуле 14

$$\sigma = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100\% = \frac{96592,96 - 55803,31}{96592,96} \cdot 100\% = 42,2\% \quad (14)$$

где σ – отклонение себестоимости сахарного печенья после введения в его рецептуру NutraChia Low 8, %;

C_1 – себестоимость 1 т сахарного печенья, выработанного по исходной рецептуре, руб.;

C_2 – себестоимость опытного образца сахарного печенья, руб.

Выводы по разделу три:

Расчеты показывают, что добавление NutraChia Low 8 в рецептуру печенья позволяет удовлетворить бóльшую потребность (% от ФП) в минеральных элементах, а именно, меди – 12, фосфоре – 11,3, железе – 7,2 (4,0), магнии – 6,4, цинке – 4,4, кальции – 1,6.

Таким образом, дополнительное внесение в рецептуру печенья, приготовленного из пшеничной муки высшего сорта, перемолотых семян чиа NutraChia Low 8 количестве 7 % к массе муки, способствует повышению его

минеральной ценности, что позволяет оптимизировать рацион по набору отдельных микронутриентов и профилактировать ряд алиментарно-зависимых заболеваний.

Себестоимость производства 1 т сахарного печенья по исходной рецептуре составила 55803,31 тыс. руб.; себестоимость производства 1 т опытного образца сахарного печенья оказалась равной 96592,96 руб. Отклонение составило 4,2 %. Повышение себестоимости сахарного печенья на 42,2 % на фоне повышения его минеральной ценности является целесообразным и оправданным, поскольку продукт представляет собой новый продукт питания, с повышенной пищевой и минеральной ценностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы была изучена научная и нормативно-техническая литература по выбранному направлению исследований. Определены основные термины, рассмотрена классификация сахарного печенья. По изученным результатам исследования сахарного печенья на рынке России был сделан вывод, что расширение данного ассортимента – актуальная тенденция в развитии кондитерской отрасли.

Проанализировав потребительский спрос и потребительские предпочтения сахарного печенья, были сформулированы следующие выводы: мучные кондитерские изделия пользуются большим спросом у челябинцев; качество продукции – значимый фактор для россиян при покупке мучных кондитерских изделий.

Была проанализирована характеристика основных компонентов мучных кондитерских изделий и раскрыт химический состав продукта. Были рассмотрены требования к качеству продукции.

В ходе эксперимента была определена оптимальная дозировка растительной добавки NutraChia Low 8. Было исследовано влияние данной добавки на физико-химические свойства теста, был определен минеральный состав готового изделия.

Так, опытный образец имел удовлетворительные органолептические и физико-химические показатели. И что самое важное, результаты исследований свидетельствуют о положительном влиянии растительной добавки Nutra Chia Low 8 на восполнение минеральной ценности печенья. Из макроэлементов в опытных образцах печенья содержится больше магния (в 1,7 раза), кальция (на 67%), фосфора (на 31%), из микроэлементов – меди (в 1,4 раза), железа (на 32%).

Таким образом, расчеты показывают, что дополнительное внесение в рецептуру печенья, приготовленного из пшеничной муки высшего сорта, перемоло-

тых семян чиа добавки Nutra Chia Low 8 в количестве 7 % к массе муки, способствует повышению его минеральной ценности.

Кроме того, была рассчитана экономическая эффективность приготовления сахарного печенья с повышенным минеральным составом. Повышение себестоимости выработки сахарного печенья опытного образца по сравнению с исходной рецептурой составило 42,2 %.

Поставленная цель и задачи исследования были выполнены в процессе работы. Получили экспериментально и теоретически обоснованную рецептуру сахарного печенья с повышенным минеральным составом. Полученные результаты могут быть использованы на предприятиях любой мощности при использовании типового оборудования с целью расширения ассортимента кондитерских изделий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление от 14.06.2013 № 31 «О мерах по профилактике заболеваний, обусловленных дефицитом микронутриентов, развитию производства пищевых продуктов функционального и специализированного назначения»
(зарегистр. в Минюсте РФ 9 сентября 2013 г регистрационный N 29913).
2. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. N 559-р).
3. Борисенко, А.А. Организация сбалансированных рационов питания – перспективное направление оздоровления населения страны [Текст] / А.А. Борисенко // Технические науки – от теории к практике – 2012. – № 8 – С. 117–121.
4. Наумова Н.Л. Обогащенные и функциональные продукты питания. Мнение потребителей – Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов /Наумова Н.Л., Берестовая Н.С., Кривенко А.Ю./
5. Булдаков, А.С. Пищевые добавки: справочник / А.С. Булдаков. – СПб.: Ut, 1996. – 240 с.
6. Коденцова, В.М. Изменение обеспеченности витаминами взрослого населения Российской Федерации за период 1987–2009 гг. (к 40-летию лаборатории витаминов и минеральных веществ НИИ питания РАМН) / В. М. Коденцова, О.А. Вржесинская, В.Б. Спиричев// Вопр. питания.– 2010. – Т.79, № 3. – С. 68–72.
7. Ауэрман Л.Я., Технология кондитерского производства / Ауэрман Л.Я. – СПб.: Профессия, 2002. – 420 с.

8. Кузнецова Л.С., Технология приготовления мучных кондитерских изделий / Кузнецова Л.С., Сиданова М.Ю. – М.: Мастерство, 2002. – 320 с.
9. ОАО «Первый хлебокомбинат». Официальный сайт. – <http://www.1hleb.ru>.
- 10.Корячкина, С.Я. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки для хлебобулочных и кондитерских изделий / [Текст] / С.Я. Корячкина, Т.В. Матвеева. – СПб.: ГИОРД, 2013. – 528 с.
- 11.ГОСТ Р 53041 – 2008 Изделия кондитерские и полуфабрикаты кондитерского производства.
- 12.Электронный ресурс. Сайт АПК России. <http://www.apk-inform.com/>.
- 13.Мартинчик А.Н., Батулин А.К., Зубцов В.В. «Сравнительная характеристика состава пищевых веществ семян чиа и семян льна», 2012.
- 14.Скурихин И.М., Тутельян В.А. Химический состав российских пищевых продуктов. М. ДеЛи принт, 2007.
- 15.Матвеева, Т.В. Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры [Текст] / Т.В. Матвеева, С.Я Корячкина. – СПб. ГИОРД, 2016. – 360 с.
16. Халапханова Л.В. /Использование нетрадиционного сырья в производстве мучных кондитерских изделий. / Л. В. Халапханова ; ред.: А. М. Золотарева, В. В. Доржиев // Техника и технологии продуктов питания: Наука. Образование. Достижения. Инновации: материалы Международной научно-практической конференции / ВСГУТУ. - Улан-Удэ, 2014. - С. 258-262
- 17.Медико-биологическое обоснование возможности использования муки из семян растения Чиа в питании детей старше 3-х лет [Текст]: отчет о НИР / ФБГНУ НИИ питания РАМН; рук. И.Я. Конь; исполн. Н.М. Шилина, М.В. Гмошинская и др. – М., 2013 – 22 с.
18. ГОСТ 24901 – 89. Печенье. Общие технические условия. Настоящий стандарт распространяется на сахарное, затяжное и сдобное печенье,

- изготавливаемое для нужд народного хозяйства и экспорта. Стандарт не распространяется на сдобное печенье типа пирожных и овсяное. – взамен ГОСТ 24901-81, ГОСТ 10.3-69, ОСТ 18-152-74; введ. 01.07.90. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 9 с.
19. ГОСТ 5897 – 90. Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей. Взамен - ГОСТ 5897-70; введ. 01.01.92. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 6 с.
20. ГОСТ 5898 – 87. Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности. – взамен ГОСТ 5898-74; введ. 01.01.89. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 9 с.
21. ГОСТ 5900 – 73. Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ; введ. 01.01.75. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 6 с.
22. ГОСТ 5904 – 82. Изделия кондитерские. Правила приемки, методы отбора и подготовки проб. взамен - ГОСТ 5904-74; введ. 01.01.84. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 7 с.
23. Ребрин Ю.И. Управление качеством. Учебное пособие. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004.
24. Корячкина С.Я. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки для хлебобулочных и кондитерских изделий. / С.Я. Корячкина, Т.В. Матвеева. – Спб.: ГИОРД, 2013. – 528 с.
25. Михайлов В.А. Совершенствование технологии и процесса производства кондитерских изделий , обогащенных продуктами переработки семян арахиса: автореф... дис.канд.техн.наук. – Кемерово, 2008. – 19 с.
26. Корячкина С.Я., Ахмедова Д.К. / Использование нетрадиционного сырья как способ повышения содержания пищевых волокон в кондитерских изделиях. / С.Я. Корячкина, Д.К. Ахмедова // Хлебопродукты. – 2012. С.56-57.

27. Павлов А.В. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания / А.В. Павлов– СПб.: Гидрометеиздат, 1998. – 294 с.
28. Наумова, Н.Л. Обогащенные и функциональные продукты питания. Мнения потребителей [Текст] / Н.Л. Наумова, Н.С. Берестовая, А.Ю. Кривенко // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – Орёл, 2016. – № 6. – С. 109–114.
29. M.S.Coelho / Myriam de las Mercedes Salas-Mellado Escuela de Química y Alimentos/ M.S.Coelho // La Alimentación Latinoamericana N° 308: Universidad Federal do Rio Grande – FURG. - Rio Grande, Brasil. - P.38-42.
30. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище [Текст]: утверждено и введено в действие Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации, Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации Г.Г. Онищенко 30 июня 2003 г. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. - 240 с.
31. Аэурман Л.Я. Технология кондитерского производства: Учебник. – 9-е изд.; перер. и доп. / Под общ. ред. Л.И. Пучковой. – СПб: Профессия, 2005. – 416 с., ил.
32. Скурихин, И.М. Химический состав российских пищевых продуктов / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. – М., ДеЛипринт, 2007.
33. Щербакова Е.И. / Обоснование использования нетрадиционного сырья в производстве мучных кондитерских изделий/ / Щербакова Е.И. // Вестник ЮУрГУ: Пищевые и биотехнологии. – 2016
34. Магомедов Г.О., Олейникова А.Я., Плотникова И.В. – Функциональные пищевые ингредиенты и добавки в производстве кондитерских изделий: учеб. Пособие. СПб.: ГИОРД, 2015. – 440 с.
35. Маркова, А.В. Полная энциклопедия здорового питания / А.В. Маркова. – М.: АСТ; П49 СПб.: Сова, 2005. – 543 с.

36. Аксенова, Л.М. Новые подходы к разработке технологии производства функциональных кондитерских изделий на основе принципа прослеживаемости / Л.М. Аксенова, И.М. Святославова, Т.В. Савенкова // Кондитерское производство. – 2013. – № 3. – С. 6–8.
37. Витамины и минеральные вещества. Полный справочник для врачей / сост. Т.П. Емельянова. – СПб., 2001. – 576 с.
38. Корчагин, В.И. Разработка подхода к выбору полифункциональных добавок в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий / В.И. Корчагин, Н.М. Дерканосова, Ю.С. Сербулов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1999. – № 8.– С. 27–29.
39. Цивцивадзе, Р.П. Современные пищевые добавки-суперфуды «Семена чиа» [Текст] / Р.П. Цивцивадзе, И.У. Кусова / Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Прогрессивные технологии в индустрии питания» – 2016 г. – С. 138–146.
40. Шатнюк, Л.Н. Научные основы новых технологий диетических продуктов с использованием витаминов и минеральных веществ [Текст]: дисс. ...докт. техн. наук. – М., 2000. – 336 с.
41. Шатнюк, Л.Н. Пищевые микроингредиенты в создании продуктов здорового питания [Текст] / Л.Н. Шатнюк // Пищевые ингредиенты. – 2005. – № 2. – С. 18–22.
42. Обогащение кондитерских изделий витаминами и минеральными веществами / Т.В. Савенкова, М.А. Талейсник, Л.Н. Шатнюк и др. // Филиал ГМП «Первая Образовательная типография». – М., 2003. – 48 с.
43. Мендли, Д. Мучные кондитерские изделия: научные основы и технологии / Д. Мендли. – СПб.: Профессия, 2002. – 298 с.
44. Витамины и минеральные вещества. Полный справочник для врачей / сост. Т.П. Емельянова. – СПб., 2001. – 576 с.
45. Отчет о научно-исследовательской работе по теме «Медико-биологическое обоснование возможности использования муки из семян растения Чиа в питании детей старше трех лет» / И.Я. Конь, М.Н. Ши-

- лина, М.В. Гмошинская, В.В. Бессонов, А.А. Кочеткова, М.А. Гурченкова // ФГБУ «НИИ питания». – Москва, 2013. – 22 с.
46. Отраслевой специализированный каталог. Мучные кондитерские изделия, выпечка, торты. – <http://www.mkond.ru/>.
47. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 14 июня 2013 г. N 31 г. Москва «О мерах по профилактике заболеваний, обусловленных дефицитом микронутриентов, развитию производства пищевых продуктов функционального и специализированного назначения». Официальный сайт. – <http://www.consultant.ru>.
48. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН Официальный сайт. – <http://www.fao.org>.
49. Павлов А.В. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания / А.В. Павлов– СПб.: Гидрометеиздат, 1998. – 294 с.
50. Халапханова Л.В. /Использование нетрадиционного сырья в производстве мучных кондитерских изделий. / Л. В. Халапханова ; ред.: А. М. Золотарева, В. В. Доржиев // Техника и технологии продуктов питания: Наука. Образование. Достижения. Инновации: материалы Международной научно-практической конференции / ВСГУТУ. - Улан-Удэ, 2014. - С. 258-262