

# Разработка технологии продуктов питания с применением смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки

О.А. Суворов, Р.Х. Кандроков, Т.В. Кандиано

Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),  
г. Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Введение:** Растущий интерес к здоровому питанию стимулирует разработку продуктов с улучшенными питательными свойствами. Цельносмолотая пшеничная мука, обогащённая пищевыми волокнами, витаминами и микроэлементами, в сочетании с кунжутной мукой, богатой растительными белками и полиненасыщенными жирными кислотами, обладает высоким потенциалом. Однако вопросы совершенствования технологий продуктов на основе таких смесей остаются недостаточно изученными и требуют дальнейших исследований.

**Цель:** Исследование возможности использования смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки в создании новых видов кондитерских, кулинарных и макаронных изделий, таких как творожное печенье, морковное пирожное и домашняя лапша.

**Материалы и методы:** В качестве объекта исследования использовали смесь цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки, а также творожного печенья, морковного пирожного и домашней лапши из композитной пшенично-кунжутной муки различного соотношения. Определение качества цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки проводили по физико-химическим и органолептическим свойствам. Для оценки органолептических качеств объектов исследований использовали стандартные методики.

**Результаты:** Разработаны рациональные рецептуры продукции питания в виде творожного печенья, морковного пирожного и домашней лапши из исследуемой смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки. Выявлено, что в процессе хранения творожного печенья в течение первых 10 суток кислотные числа во всех образцах остаются практически неизменными, однако на 20-е сутки в образцах наблюдается увеличение кислотных чисел. В образцах из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки продолжается увеличение продуктов гидролитического расщепления, что отражается на росте его кислотного числа. Установлено, что домашняя лапша из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки хорошо сохраняет форму и характерный кунжутный привкус. Показано, что лапша с содержанием в смеси 9 % цельносмолотой кунжутной муки может быть рекомендована для практического использования.

**Выводы:** Полученные результаты можно использовать в индустрии питания и пищевой промышленности для расширения ассортимента обогащенных мучных изделий из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки. Разработана рецептура творожного печенья, морковного пирожного и домашней лапши. Полученные данные способствуют развитию технологий сбережения здоровья и расширяют практическую предметную область в производстве изделий повышенной пищевой ценности.

**Ключевые слова:** здоровое питание; цельносмолотая пшеничная и кунжутная мука; ассортимент изделий; творожное печенье; морковное пирожное; домашняя лапша

## Корреспонденция:

Олег Александрович Суворов,  
E-mail: [SuvorovOA@ya.ru](mailto:SuvorovOA@ya.ru)

## Конфликт интересов:

авторы сообщают  
об отсутствии конфликта  
интересов.

Поступила: 13.03.2024

Принята: 16.12.2024

Опубликована: 27.12.2024

Copyright: © 2024 Авторы



Для цитирования: Суворов, О. А., Кандроков, Р. Х., & Кандиано, Т. В. (2024). Разработка технологии продуктов питания с применением смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки. *FOOD METAENGINEERING*, 2(4), 36–52. <https://doi.org/10.37442/fme.2024.4.75>

# Development of Food Technology with a Mixture of Whole-Milled Wheat and Sesame Flours

Oleg A. Suvorov, Roman Kh. Kandrov, Tatyana V. Candiano

Russian Biotechnological University,  
Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**Introduction:** The growing interest in healthy eating stimulates the development of products with improved nutritional properties. Whole-grain wheat flour, enriched with dietary fiber, vitamins, and micronutrients, combined with sesame flour, rich in plant proteins and polyunsaturated fatty acids, has significant potential. However, the improvement of technologies for products based on such mixtures remains insufficiently studied and requires further research.

**Purpose:** To investigate the potential of using a mixture of whole-grain wheat and sesame flours in creating new types of confectionery, culinary, and pasta products, such as cottage cheese cookies, carrot cake, and homemade noodles.

**Materials and Methods:** The study focused on a mixture of whole-grain wheat and sesame flours and products such as cottage cheese cookies, carrot cake, and homemade noodles made from the composite wheat-sesame flour in various ratios. The quality of whole-grain wheat and sesame flours was assessed based on physicochemical and organoleptic properties. Standard methodologies were used to evaluate the sensory qualities of the test products.

**Results:** Rational recipes for nutritional products such as cottage cheese cookies, carrot cake, and homemade noodles made from the studied mixture of whole-grain wheat and sesame flours were developed. It was found that during the storage of cottage cheese cookies for the first 10 days, the acid numbers in all samples remained practically unchanged. However, by the 20th day, an increase in acid numbers was observed in the samples. In samples made from the mixture of whole-grain wheat and sesame flours, the hydrolytic breakdown products continued to increase, which was reflected in the rise of their acid number. It was established that homemade noodles made from the mixture of whole-grain wheat and sesame flours retained their shape and characteristic sesame flavor well. It was shown that noodles containing 9% whole-grain sesame flour in the mixture can be recommended for practical use.

**Conclusion:** The obtained results can be utilized in the food industry to expand the range of fortified flour-based products from a mixture of whole-grain wheat and sesame flours. Recipes for cottage cheese cookies, carrot cake, and homemade noodles have been developed. The data contribute to the development of health-preserving technologies and expand the practical scope in the production of high-nutritional-value products.

**Keywords:** healthy nutrition; whole wheat and sesame flour; product assortment; cottage cheese cookies; carrot cake; homemade noodles

## Correspondence:

Oleg A. Suvorov,

E-mail: [SuvorovOA@ya.ru](mailto:SuvorovOA@ya.ru)

## Conflict of interest:

The authors report the absence of a conflict of interest.

**Received:** 13.03.2024

**Accepted:** 16.12.2024

**Published:** 27.12.2024

## Funding:

The research was conducted within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation FNSS-2022-0006 "Study of the functional potential of national dairy products for the formation of their identification matrices integrated into global databases."

**Copyright:** © 2024 The Authors



**To cite:** Suvorov, O. A., Kandrov, R. Kh., & Candiano, T. V. (2024). Development of food technology with a mixture of whole-milled wheat and sesame flours. *FOOD METAENGINEERING*, 2(4), 36–52. <https://doi.org/10.37442/fme.2024.4.75>

## ВВЕДЕНИЕ

Изделия на основе смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки представляют собой продукты с высокой пищевой ценностью, которые могут стать важной частью сбалансированного питания населения нашей страны. Цельносмолотая пшеничная мука сохраняет все части зерна, включая оболочки, алейроновый слой и зародыши, благодаря чему она обогащена пищевыми волокнами, витаминами группы В, витамином Е, а также микроэлементами, такими как железо, цинк и магний (Бакин, 2016; Коломникова, 2016; Резниченко, 2017; Кузьмина, 2019; Fasuan, 2018; Mushtaq, 2020).

Добавление кунжутной муки делает продукт источником качественных растительных белков, полиненасыщенных жирных кислот, включая омега-3 и омега-6, а также витаминов и минералов, среди которых выделяются кальций, магний и фосфор (Agidew, 2021; Elleuch, 2022). Семена кунжута содержат также лигнаны, которые обладают антиоксидантными свойствами и могут способствовать снижению уровня холестерина в крови (Shahi, 20220).

Сочетание цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки в лапше не только улучшает её вкусовые качества, но и обеспечивает более широкий спектр питательных веществ по сравнению с традиционной лапшой из очищенной пшеничной муки. Потребление макаронных, мучных кондитерских и кулинарных изделий из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки может способствовать улучшению пищеварения за счет высокого содержания пищевых волокон, поддержанию здоровья сердечно-сосудистой системы благодаря полиненасыщенным жирным кислотам и укреплению костной ткани за счет высокого содержания кальция (Fasuan, 2018; Mushtaq, 2020).

Растущее внимание к здоровому образу жизни и натуральным продуктам создает благоприятные условия для введения в ассортимент обогащенных продуктов (Коломникова, 2016). Кунжут, с другой стороны, отличается своими антиоксидантными свойствами и высоким содержанием полезных жиров и микроэлементов, таких как кальций и магний. Объединение этих двух культур для производства различных изделий может

привести к созданию продуктов питания с улучшенным питательным профилем и новыми вкусовыми характеристиками (Бань, 2019).

Несмотря на высокий интерес исследователей на смесь цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки, совершенствование технологии продуктов питания с применением смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки изучено недостаточно и требует дальнейшего исследования.

Целью представленной работы является исследование возможности использования смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки для создания новых видов различных изделий, таких как творожное печенье, морковное пирожное и лапша.

## ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

### Состояние и анализ современного рынка производства мучных кондитерских изделий в России и за рубежом

В 2022 году мировой рынок мучных кондитерских изделий достиг 76,9 миллионов тонн или 516,3 миллиарда долларов США. За весь период анализа мировой рынок продолжал расти и имел положительную динамику, с годовым темпом роста в 2,6%. Структура производства мучных кондитерских изделий<sup>1,2</sup> по федеральным округам за первое полугодие 2023 года представлена на Рисунке 1<sup>1,2</sup>.

Приволжский ФО является лидером в производстве мучных кондитерских изделий, владея 24,2% рынка по всей России. За ним следуют Центральный ФО и Южный ФО, имеющие доли рынка в 22,8% и 13,8%, соответственно.

В 2022 году объем экспорта российской продукции на зарубежные рынки достиг 338,6 тыс. тонн, что на 15,4% больше, чем в предыдущем году. Выручка от экспорта в 2022 году составила 557,4 млн долларов США, что на 22,6% выше уровня предыдущего года. Казахстан, Беларусь и Киргизия были основными покупателями российской продукции в 2022 году, доля их покупок составила соответственно 32,1%, 19,8% и 6,9%.

<sup>1</sup> Анализ рынка хлеба и хлебобулочных изделий в России в 2015–2019 гг., оценка влияния коронавируса и прогноз на 2020–2024 гг. // BusinesStat: готовые обзоры рынка. <https://businesstat.ru>

<sup>2</sup> Sfera.fm. Food market news. Ситуация на рынке кондитерских изделий России в первом полугодии 2023. <https://sfera.fm/interviews/konditer/situatsiya-na-rynke-konditerskikh-izdelii-rossii-v-pervom-polugodii-2023>

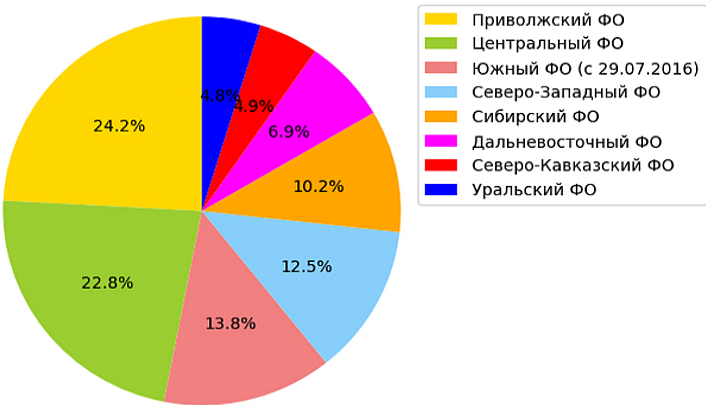
О.А. Суворов, Р.Х. Кандроков, Т.В. Кандиано

Рисунок 1

Структура производства мучных кондитерских изделий по федеральным округам по результатам января-июля 2023 года

Figure 1

Structure of Flour Confectionery Production by Federal Districts Based on Results from January to July 2023



Ассортимент мучного кондитерского изделия, кулинарного и макаронного изделия из пшенично-кунжутной муки

Глобальный рынок мучных кондитерских изделий представляет большие возможности для российских производителей, которые могут успешно конкурировать с местными игроками и удовлетворять спрос потребителей<sup>1,2</sup>. Значимость обогащения продуктов питания не вызывает сомнений. При этом, одними из популярных мучных кондитерских изделий являются печенье и пирожные, которые можно обогатить дополнительными витаминами, минеральными веществами, благодаря

Таблица 1

Перечень использованного сырья

Table 1

List of Raw Materials Used

| Название                      | Производитель                     | Нормативный документ            | Адрес производства                                                              |
|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Мука пшеничная цельносомлотая | ООО «Агрокомбинат Тамбов-крахмал» | СТО 12396977–022-2014           | Россия, 393130, Тамбовская область, Уметский р-н, р.п. Умет, ул. Рабочая, д. 55 |
| Кунжутная цельносомлотая мука | ИП Останина А.А.                  | ТУ 10.41.41–003-0149457162–2021 | Россия, Удмуртская Республика, д. Сеныч, ул. Центральная д. 21                  |
| Пшеничная мука в/с            | ООО «Гарнец»                      | ГОСТ 26574–2017                 | Россия, Владимирская обл., Суздальский р-н, с. Сновицы                          |

<sup>3</sup> ГОСТ 31645–2012. Мука для продуктов детского питания. Технические условия

использованию цельносомлотой пшенично-кунжутной муки. Использование цельносомлотой пшенично-кунжутной муки позволит также улучшить текстуру и вкус продуктов, а также повысить его пищевую ценность.

Отдельно следует обратить внимание на домашнюю лапшу, как один из популярных видов продуктов питания, которая традиционно изготавливается из пшеничной муки высоких сортов и имеет ограниченный набор питательных веществ. В свете стремления к обогащению рациона, появляется потребность в создании новых видов лапши, которые были бы не только вкусными, но и полезными (Коломникова, 2016). Опорой настоящего исследования явились труды отечественных (Магомедов, 2014; Санжаровская, 2018; Кузьмина, 2019) и зарубежных (Khaleel, 2007; Bedigian, 2010; Alzahrani, 2021; Agustin, 2022) ученых.

Таким образом, актуальным являются исследования, направленные на разработку новых, обогащенных продуктов на зерновой основе с использованием фитохимического потенциала применяемого исходного сырья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалы

Анализировали цельносомлотую муку из пшеницы и кунжута по физико-химическим и органолептическим свойствам. Для оценки органолептических качеств муки использовали методику по ГОСТ Р 31645–2012<sup>3</sup>.

При проведении исследований использовали образцы из цельносомлотой пшеничной и кунжутной муки. В качестве контрольного образца использовали пшеничную хлебопекарную муку высшего сорта.

Перечень использованного сырья представлена в Таблице 1.

О.А. Суворов, Р.Х. Кандроков, Т.В. Кандиано

Оборудование

Перечень использованного оборудования и приборов представлен в Таблице 2.

Методы

Изучение структурно-механических свойств исследуемых образцов

На приборе Реотест с коаксиальными цилиндрами в режиме 1а проводились измерения реологических показателей теста для печенья при 12 различных скоростях сдвига от 0,333 до 145,8 с<sup>-1</sup>. При этом определяли предельное напряжение сдвига (θ) и динамическую вязкость (η) в образцах, выработанных и хранившихся при температуре производства и хранения как в прямом, так и в обратном направлении.

Динамическую вязкость при каждой величине вращения рассчитывали по формуле:

ηэф = (k × θ) / Nд, (1)

где Nд — действительная частота вращения ротора; k — константа измерительной головки:

k = (1 - (Rв / Rн)²) / (4π); (2)

k = (1 - (0,81)²) / (4 × 3,14) = 0,0274. (3)

Измеряемое значение напряжения сдвига при различных скоростях вращения ротора измерительной головки в соответствии с жесткостью торсиона определяли

θ = Z × α, (4)

где α — показатель стрелочного логометра; Z — константа ротора, равная при жесткости торсиона I — 1,69, при жесткости торсиона II — 8,45.

Опыты проводились в трехкратной повторности.

Методы анализа готовых изделий

После лабораторной выпечки, готовые продукты были подвергнуты анализу физико-химических и органолептических показателей качества. Определение органолептических показателей мучных кондитерских изделий после выпечки проводилось в соответствии с ГОСТ 5897–90<sup>4</sup>.

Процедура исследования

Для оценки качества готовых образцов из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки в соответствии с ГОСТ 24901 «Печенье. ОТУ» определены следующие показатели качества: внешний вид, цвет, вкус, запах, текстура, форма, поверхность и вид в изломе. Каждый критерий был оценен по пятибальной шкалой. Методом построения профилограмм собраны профили каждого критерия для дальнейшей оценки органолептических показателей продуктов.

Таблица 2

Перечень использованного оборудования и приборов

Table 2

List of Equipment and Instruments Used

| Измеряемый показатель                         | Прибор                          | Марка               | Производитель |
|-----------------------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------|
| Изучение структурно-механических свойств      | Ротационный вискозиметр         | Rheotest RN4        | Россия        |
| Определение вододерживающей способности (ВУС) | Центрифуга                      | Z 167 M Hermle      | Германия      |
| Определение влажности муки                    | Сушильный шкаф                  | Таглер СЭШ-3М-02    | Россия        |
| Определение кислотного и перекисного чисел    | Анализатор                      | ИНФРАКАН-3150       | Россия        |
| Химический состав муки                        | ИК-анализатор                   | SpectraAlyzer GRAIN | Германия      |
| Выпечка изделий                               | Шкаф хлебопекарный лабораторный | ШХЛ-065 СПУ         | Россия        |

<sup>4</sup> ГОСТ 5897–90. Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей. Введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1.11.2011 г. — Москва: Стандартинформ, 2013. — 12 с.

О.А. Суворов, Р.Х. Кандроков, Т.В. Кандиано

Анализ данных

Результаты обрабатывали методами математической статистики с помощью пакета прикладных программ Statistica 6.0, KOMPAS-3D и Microsoft Office 2021. При оценке качества созданных продуктов применялись критерии, установленные ТР ТС 021/2011<sup>5</sup>.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Сравнительный анализ показателей  
качества цельносмолотой пшеничной  
и кунжутной муки

На первом этапе исследований для обоснования возможности использования смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки в качестве обогащающего ингредиента теста проведен сравнительный анализ их показателей качества. Химический состав кунжутной муки, как обогатителя творожного печенья, морковного пирожного и домашней лапши, представлен в Таблице 3.

Внешний вид образцов исследуемой муки, объектов наших исследований, представлен на Рисунке 2.

Пшеничные зерна подвергаются процессу цельного помола, при котором измельчаются и остаются все части

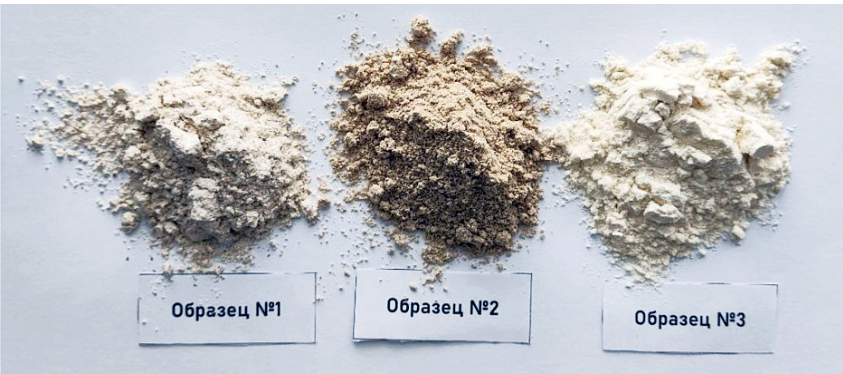
Таблица 3  
Химический состав кунжутной муки

Table 3  
Chemical Composition of Sesame Flour

| Наименование показателя                            | Единица измерения | Результат испытания | Погрешность |
|----------------------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------|
| Процентное содержание сухого вещества              | %                 | 90,56               | ±1,12       |
| Процентное содержание сырого протеина              | %                 | 33,13               | ±0,3        |
| Процентное содержание сырого жира                  | %                 | 13,22               | ±1,01       |
| Процентное содержание растворимых углеводов        | %                 | 8,27                | ±1,0        |
| Процентное содержание легкогидролизуемых углеводов | %                 | 4,7                 | ±1,1        |
| Процентное содержание сырой клетчатки              | %                 | 14,62               | ±1,6        |
| Процентное содержание фосфора                      | %                 | 0,37                | ±0,07       |
| Процентное содержание азота                        | %                 | 5,1                 | ±0,2        |
| Процентное содержание железа                       | мг/кг             | 74,8                | ±5,99       |
| Процентное содержание калия                        | г/кг              | 8,79                | ±0,26       |
| Процентное содержание кальция                      | г/кг              | 3,41                | ±0,24       |
| Процентное содержание магния                       | г/кг              | 3,99                | ±0,24       |
| Процентное содержание марганца                     | мг/кг             | 17,56               | ±1,05       |
| Процентное содержание меди                         | мг/кг             | 8,89                | ±2,4        |
| Процентное содержание натрия                       | мг/кг             | 170,0               | ±30,0       |
| Процентное содержание цинка                        | мг/кг             | 27,99               | ±3,08       |

Рисунок 2  
Образцы исследуемых видов муки

Figure 2  
Samples of the Studied Types of Flour



Примечания. Образец № 1 — пшеничная мука цельносмолотая; образец № 2 — кунжутная мука цельносмолотая; образец № 3 — пшеничная мука высшего сорта  
Note. Sample No. 1 — Whole-grain wheat flour; Sample No. 2 — Whole-grain sesame flour; Sample No. 3 — Premium-grade wheat flour.

<sup>5</sup> Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции : утв. решением комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880. — действ. с 01.07.2013. Москва: Стандартинформ.

О.А. Суворов, Р.Х. Кандроков, Т.В. Кандиано

зерна, включая отруби и зародыши, что обеспечивает повышенное содержание пищевых волокон, витаминов и минералов. Кунжутные семена также тщательно очищаются и подготавливаются к дальнейшему использованию. В Таблице 4 приведены органолептические показатели муки.

Таблица 4  
Органолептические показатели различных видов муки

Table 4  
Organoleptic Characteristics of Different Types of Flour

| Наименование образца          | Показатели оценки                                      |                                                                                              |                                                                                          |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               | Цвет                                                   | Вкус                                                                                         | Запах                                                                                    |
| Мука пшеничная цельнозерновая | Белый с желтоватым оттенком с частицами оболочек зерна | Свойственный данному виду муки, без кисловатого, горьковатого и других посторонних привкусов | Свойственный нормальной муке, без запаха плесени, затхлости и других посторонних запахов |
| Кунжутная мука                | Бежевый                                                | Свойственный семенам кунжута, с легкой горечью                                               | Свойственный семенам кунжута, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневелый        |
| Пшеничная мука в/с            | Белый                                                  | Сладковатый приятный вкус без горьковатого и кислого привкуса                                | Приятный, свежий запах, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневелый              |

Технологические характеристики изучаемых образцов муки сравнивались на основе их водоудерживающей способности (ВУС). В Таблице 5 приведена водоудерживающая способность различных видов муки.

Таблица 5  
Водоудерживающая способность различных видов муки

Table 5  
Water-Holding Capacity of Different Types of Flour

| Наименование образцов         | ВУС, %   |
|-------------------------------|----------|
| Мука пшеничная цельносмолотая | 82 ± 4   |
| Мука кунжутная                | 390 ± 16 |
| Мука пшеничная в/с            | 72 ± 4   |

Согласно данным Таблице 5, водоудерживающая способность у кунжутной муки в среднем 5,4 раза выше, чем у цельносмолотой пшеничной муки и пшеничной

муки высшего сорта. Такие свойства кунжутной муки обусловлены, тем, что белки и пищевые волокна, содержащиеся в кунжутной муке, способны дополнительно связывать и удерживать воду.

Разработка творожного печенья на основе смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки

Серия образцов печенья была изготовлена с использованием цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки. Пропорции ингредиентов для каждого образца указаны в Таблице 6, а внешний вид теста и образцов после выпечки представлен на Рисунках 5 и 6.

Таблица 6  
Рецептура на производство творожного печенья из смеси пшеничной и кунжутной муки

Table 6  
Recipe for the Production of Cottage Cheese Cookies from a Mixture of Wheat and Sesame Flour

| Наименование продуктов                                               | Масса брутто, г |              |              |              |              |              |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                                                      | Об-разец № 1    | Об-разец № 2 | Об-разец № 3 | Об-разец № 4 | Об-разец № 5 | Об-разец № 6 |
| Творог 5 % жирности                                                  | 35              | 35           | 35           | 35           | 35           | 35           |
| Сливочное масло 72,5 %                                               | 6               | 6            | 6            | 6            | 6            | 6            |
| Сахар белый                                                          | 7,5             | 7,5          | 7,5          | 7,5          | 7,5          | 7,5          |
| Соль                                                                 | 0,5             | 0,5          | 0,5          | 0,5          | 0,5          | 0,5          |
| Улучшитель (разрыхлитель)                                            | 1               | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            |
| Мука пшеничная цельносмолотая                                        | 28              | 32           | 34           | 36           | 38           | —            |
| Мука кунжутная цельносмолотая                                        | 12              | 8            | 6            | 4            | 2            | —            |
| Мука пшеничная высшего сорта                                         | —               | —            | —            | —            | —            | 40           |
| Выход                                                                | 90              | 90           | 90           | 90           | 90           | 90           |
| Соотношение пшеничной цельносмолотой и кунжутной цельносмолотой муки | 70:30           | 80:20        | 85:15        | 90:10        | 95:5         | —            |

Тесто, приготовленное с применением цельносмолотой кунжутной муки, отличается плотной текстурой, что обусловлено уникальными свойствами самой муки. Мука

О.А. Суворов, Р.Х. Кандроков, Т.В. Кандиано

из кунжутных семян содержит высокий уровень жиров и белков, однако в ней отсутствует глютен, который придает тесту эластичность и способность к растяжимости теста. Для сравнения использовался контрольный образец печенья, приготовленный из пшеничной муки высшего сорта.

Внешний вид теста, полученного по различным рецептурам, представлен на Рисунке 3.

В исследуемых образцах измерена зависимость напряжения сдвига от градиента скорости теста из исследуемой муки сразу после приготовления теста. На Рисунке 4 отображен результат проведенного опыта.

Анализ кривых течения опытных образцов теста из исследуемой муки сразу после приготовления показывает, что кривая течения Образца № 1 и 2 находятся почти на одном уровне, что говорит о высокой вязкости

Рисунок 3

**Образцы теста для творожного печенья из разных видов муки**

Figure 3

**Samples of Dough for Cottage Cheese Cookies Made from Different Types of Flour**

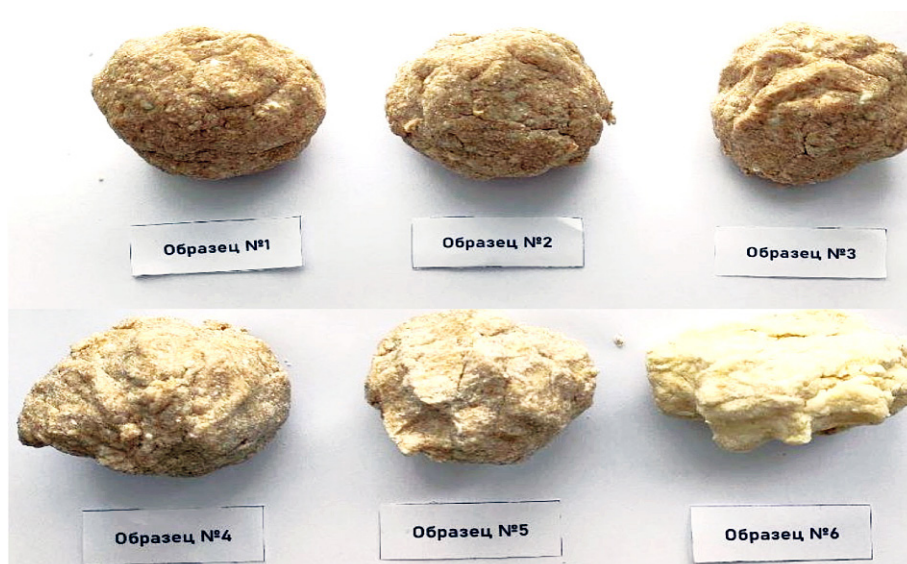
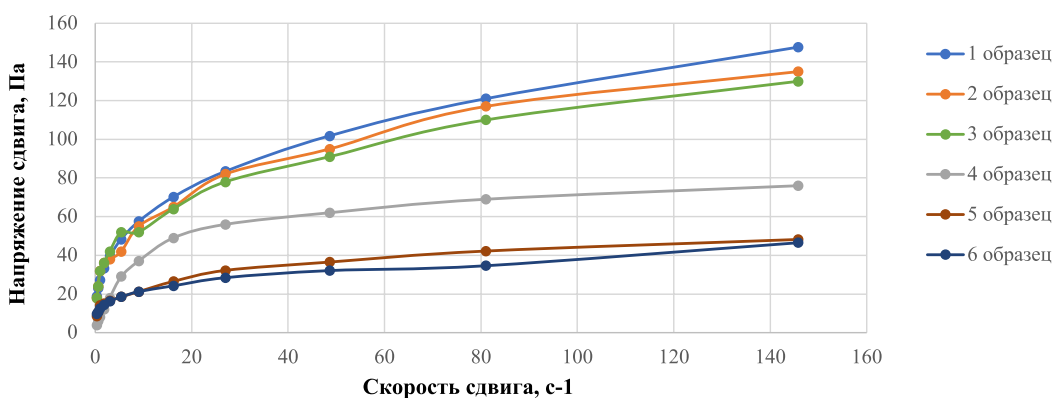


Рисунок 4

**Изменение зависимости напряжения сдвига от градиента скорости теста из исследуемой муки**

Figure 4

**Changes in the Shear Stress Dependence on the Shear Rate Gradient of Dough Made from the Studied Flour**



О.А. Суворов, Р.Х. Кандроков, Т.В. Кандиано

образцов теста. Образец № 3 также имеет достаточно густую консистенцию. Самый низкий показатель вязкости у образца №6 — теста из пшеничной муки высшего сорта.

Тесто из кунжутной муки имеет плотную консистенцию из-за особенностей самой муки. Кунжутная мука лишена клейковины, компонента, который придает тесту эластичность и способность растягиваться.

Образцы творожного печенья из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки приведены на Рисунке 5.

Обработка полученных данных показала, что суммарные баллы образцов распределяются следующим образом (Рисунок 6).

Образцы творожного печенья № 4 и 5, в состав которых входила смесь кунжутной муки в пропорциях 5 % и 10 % от общего веса муки соответственно, были высоко оценены в ходе органолептической оценки, набрав наибольшее количество баллов. В то время как образ-

цы № 1, 2 и 3 показали менее впечатляющие результаты и не привлекли особого внимания из-за своих более низких качественных показателей. Продукция с содержанием кунжутной муки свыше 10 % не получила одобрения от экспертов из-за горьковатого послевкуся, обусловленного высоким содержанием кунжута.

Хотя образцы № 4 и 5 были оценены одинаково, для дальнейшего изучения с точки зрения пищевой и биологической ценности предпочтение стоит отдать образцу № 5, содержащему 10 % кунжутной муки. Выработанное творожное изделие на основе цельносмолотой пшенично-кунжутной муки исследовали в процессе хранения.

Согласно МУК 4.2.1847–04<sup>6</sup>, частота анализа выбранных образцов продукции должна быть вычислена исходя из ожидаемой продолжительности срока годности и особенностей продукта, причем количество испытаний не должно быть меньше трех для срока исследования до 30 суток (после производства, в середине сро-

Рисунок 5

**Образцы творожных печений из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки**

Figure 5

**Samples of Cottage Cheese Cookies Made from a Mixture of Whole-Grain Wheat and Sesame Flour**

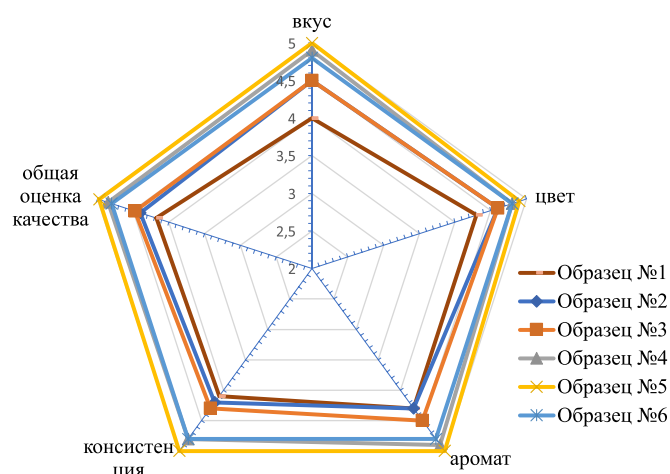


Рисунок 6

**Оценка органолептических свойств образцов творожного печенья, приготовленных из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки**

Figure 6

**Evaluation of Organoleptic Properties of Cottage Cheese Cookie Samples Made from a Mixture of Whole-Grain Wheat and Sesame Flour**



<sup>6</sup> Методические указания МУК 4.2.1847–04. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 20.06.2004 г. Москва: Стандартинформ.

ка годности, в предполагаемый срок годности и срок с учетом коэффициента запаса). Таким образом, для творожного печенья регулярность проверок составит 10, 20, 30 и 39 суток.

Образцы для исследования хранились при обычной комнатной температуре для оценки эффективности использования цельносмолотой кунжутной муки в составе творожного печенья. Качество продукции в большинстве случаев ухудшается из-за окисления жиров, вызванного активностью свободных радикалов (Agustin, 2022).

В исследовании были измерены кислотное и перекисное число в образце из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки в соотношении 90:10, а также в контрольном образце с пшеничной мукой высшего сорта. Измерения проводились стандартными методами каждые 10 дней на протяжении 39 суток. Результаты исследования отражены на Рисунках 7–8.

Как видно из рисунка значение кислотных чисел начинает повышаться на 20-е сутки. К 39-м суткам в контроле содержание свободных жирных кислот уменьшается, что, по мнению авторов, может быть связано с протеканием гидролитических процессов и полимеризацией липидов, аккумуляцией азотистых оснований и активностью ферментов. В экспериментальных образцах изменение кислотного числа, вероятно, может быть связано с более высоким содержанием липидов в цель-

носмолотой кунжутной муке, а также более активным гидролизом и окислением в процессе хранения.

По уровню перекисных соединений в жире можно судить о процессах окисления и порчи продукта, которые происходят значительно раньше, чем это можно заметить органолептически. В течение 39 суток после хранения образцов их значение перекисных чисел достигает максимума, после чего начинает уменьшаться. Однако образец из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки имеет более низкие значения перекисных чисел.

Так как органолептические показатели экспериментального творожного печенья в течение 39-ти суток хранения были хорошими, то в комплексе с замедлением окисления липидов эти данные указывают на возможность увеличения срока годности печенья из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки.

Разработка морковного пирожного на основе смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки

В Таблице 7 приведена разработанная рецептура морковного пирожного с 10%-ным содержанием цельносмолотой кунжутной муки.

Полученное готовое изделие в виде морковного пирожного с 10%-ным содержанием цельносмолотой кунжутной муки обогащено белками, жирами, углеводами, витаминами, минералами и другими важными

Рисунок 7

**Изменения кислотного числа липидов образцов творожного печенья, выраженные в мг КОН на 1 г жира**

Figure 7

**Changes in the Acid Value of Lipids in Cottage Cheese Cookie Samples, Expressed in mg KOH per 1 g of Fat**

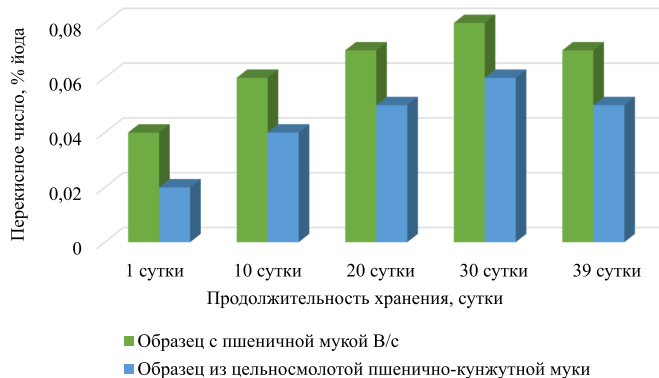


Рисунок 8

**Изменение перекисного числа липидов образцов творожного печенья, % йода**

Figure 8

**Changes in the Peroxide Value of Lipids in Cottage Cheese Cookie Samples, % Iodine**



О.А. Суворов, Р.Х. Кандроков, Т.В. Кандиано

Таблица 7  
**Расчетная рецептура «Морковное пирожное на основе смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки» на 30 штук готовой продукции, масса 105 г**

Table 7  
**Calculated Recipe for “Carrot Cake Based on a Mixture of Whole-Grain Wheat and Sesame Flour” for 30 Units of Finished Product, Weight 105 g Each**

| Наименование сырья и полуфабрикатов      | Массовая доля сухих веществ, % | Расход сырья на 30 шт. готовой продукции, г |                                  |          |                   |
|------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------|----------|-------------------|
|                                          |                                | Бисквитный полуфабрикат                     | Сливочный крем с белым шоколадом | В натуре | В сухих веществах |
| Мука пшеничная ц/с                       | 85,5                           | 468                                         | —                                | 468      | 400,1             |
| Мука кунжутная ц/с                       | 98                             | 295                                         | —                                | 295      | 289,1             |
| Яйца куриные                             | 27                             | 485                                         | —                                | 485      | 131,0             |
| Сахар белый                              | 99,85                          | 641                                         | —                                | 641      | 640,0             |
| Растительное масло                       | 99,9                           | 390                                         | —                                | 390      | 389,6             |
| Морковь свежая                           | 11,7                           | 537                                         | —                                | 537      | 62,8              |
| Цедра апельсина                          | 27,5                           | 35                                          | —                                | 35       | 9,6               |
| Разрыхлитель                             | 93,8                           | 26                                          | —                                | 26       | 24,4              |
| Корица молотая                           | 87,5                           | 35                                          | —                                | 35       | 30,6              |
| Мускатный орех                           | 94,5                           | 5                                           | —                                | 5        | 4,7               |
| Соль пищевая                             | 3,5                            | 9                                           | —                                | 9        | 0,3               |
| Сливки 33 % жирности                     | 41                             | —                                           | 675                              | 675      | 276,8             |
| Белый шоколад 29,7% какао                | 98,7                           | —                                           | 300                              | 300      | 296,1             |
| Итого сырья на полуфабрикаты             | —                              | 2925                                        | 975                              | —        | 2555,2            |
| Выход полуфабрикатов                     | —                              | 2258                                        | 950                              | —        | —                 |
| Выход полуфабрикатов в готовой продукции | —                              | 2250                                        | 900                              | —        | —                 |
| Итого сырья                              | —                              | —                                           | —                                | 3901     | —                 |
| Выход готовой продукции                  | 77,8                           | 3150                                        | —                                | —        | 2453,0            |

питательными веществами, которые способствуют поддержанию хорошего здоровья, благодаря использованию в его составе цельносмолотой кунжутной муки и моркови. Смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки отличается низким гликемическим индексом по сравнению с традиционной пшеничной мукой, что важно для поддержания стабильного уровня сахара в крови. Морковь служит превосходным источником бета-каротина, преобразующегося в организме в витамин А, жизненно необходимый для поддержания здоровой кожи, хорошего зрения и функционирования иммунной системы. Кроме того, морковь также является источником клетчатки, способствующей оптимальному пищеварению и облегчающей процесс усвоения пищи.

Внешний вид пирожного представлен на Рисунке 9.

Рисунок 9  
**Фотография пирожного морковного из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки**

Figure 9  
**Photograph of Carrot Cake Made from a Mixture of Whole-Grain Wheat and Sesame Flour**



О.А. Суворов, Р.Х. Кандроков, Т.В. Кандиано

Представленное кулинарное изделие в виде морковного пирожного на основе рецепта с использованием смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки является полезным для организма за счет сбалансированного по белку и полиненасыщенным жирным кислотам химического состава семян кунжута.

Разработка лапши на основе смеси  
цельносмолотой пшеничной  
и кунжутной муки

Тесто для изготовления лапши приготовлено в соответствии с рецептурой и методикой, описанной в специализированной литературе (Санжаровская, 2018). Созданы 4 образца, используя смесь цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки лабораторного помола в пропорциях, указанных в Таблице 8. Для сравнения качества использовался контрольный образец, изготовленный из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта.

Таблица 8  
Рецептура на производство лапши из смеси  
цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки

Table 8  
Recipe for the Production of Noodles from a Mixture of  
Whole-Grain Wheat and Sesame Flour

| Наименование<br>продуктов        | Масса брутто, г |                |                |                |
|----------------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                  | Образец<br>№ 1  | Образец<br>№ 2 | Образец<br>№ 3 | Образец<br>№ 4 |
| Мука пшеничная<br>цельносмолотая | —               | 85             | 82             | 79             |
| Мука кунжутная<br>цельносмолотая | —               | 9              | 12             | 15             |
| Мука пшеничная<br>высшего сорта  | 94              | —              | —              | —              |
| Яйцо куриное С1                  | 20              | 20             | 20             | 20             |
| Вода питьевая                    | 18              | 18             | 18             | 18             |
| Соль пищевая                     | 2               | 2              | 2              | 2              |
| Выход                            | 100             | 100            | 100            | 100            |

Рисунок 10  
Образцы лапши из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки  
Figure 10  
Samples of Noodles Made from a Mixture of Whole-Grain Wheat and Sesame Flour



О.А. Суворов, Р.Х. Кандроков, Т.В. Кандиано

В составе второго образца производилось введение кунжутной муки в количестве 10% взамен части цельносмолотой пшеничной муки, третий образец включал 13% кунжутной муки, в то время как в четвертом её содержание достигало 16%.

Замешивание теста проводилось вручную, продолжительностью от 3 до 5 минут, до достижения равномерной консистенции. Для раскатки тестовых заготовок использовалась механическая тестораскаточная машина. Образцы представлены на Рисунке 10.

Далее лапшу варили в течение трех минут до достижения необходимой степени готовности. Внешний вид готовых образцов лапши можно увидеть на Рисунке 11.

Оценка качества макаронных изделий из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки проводи-

лась после процесса варки. Продукция, созданная в соответствии с новыми рецептурами, была оценена по пятибалльной шкале для идентификации возможных недочетов и выполнения первичного анализа качества в лабораторных условиях.

Органолептические свойства экспериментальных образцов, включая тестовые изделия и лапшу, изготовленные из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки, после процесса варки представлены в Таблице 9 и на Рисунке 12.

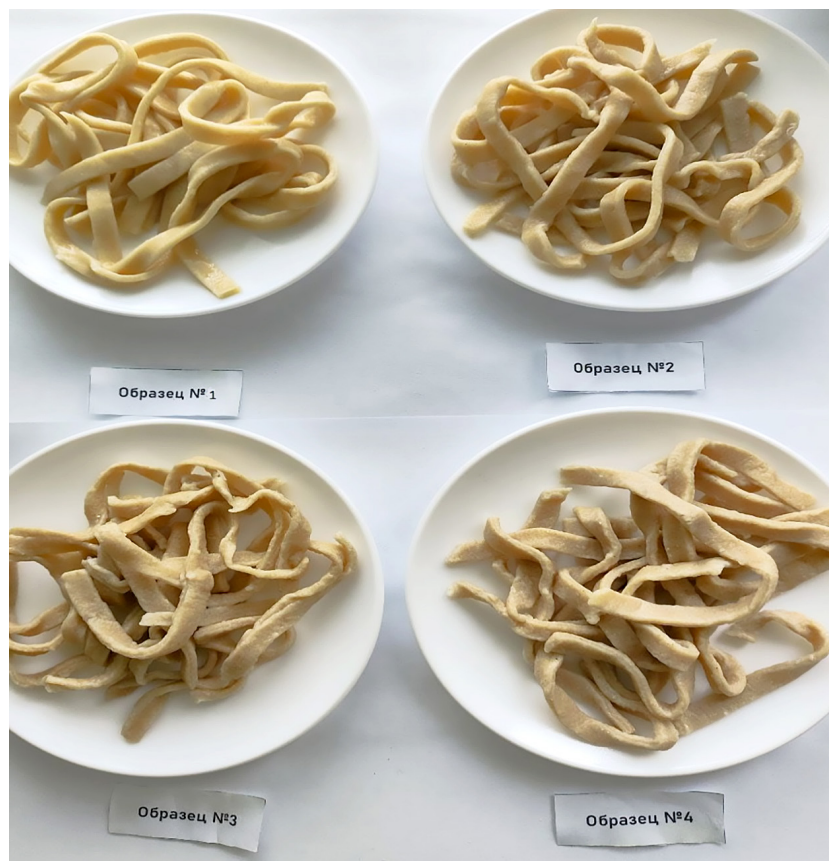
Согласно полученным данным, наилучшими характеристиками обладал второй образец домашней лапши, который отличался эластичностью и растяжимостью теста (по своим качествам напоминало традиционное пшеничное). Готовые изделия хорошо сохраняли фор-

Рисунок 11

**Образцы лапши из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки после варки**

Figure 11

**Samples of Noodles Made from a Mixture of Whole-Grain Wheat and Sesame Flour After Cooking**



О.А. Суворов, Р.Х. Кандроков, Т.В. Кандиано

Таблица 9  
Органолептические возможно показатели экспериментальных образцов домашней лапши

Table 9  
Organoleptic Characteristics of Experimental Homemade Noodle Samples

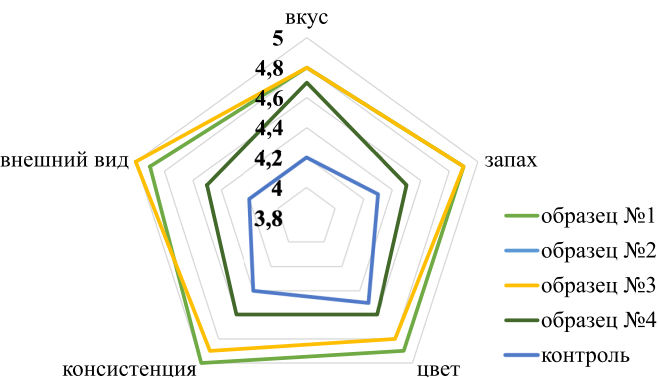
| Образец                | Балльная оценка | Характеристика тестовых заготовок                                                                      | Характеристика готового изделия (лапши)                                                                           |
|------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Образец № 1 (контроль) | 4,8             | Тесто получается чрезвычайно плотным и эластичным                                                      | Продукт имеет привычный вкус и сохраняет свою форму                                                               |
| Образец № 2            | 4,9             | Тесто упругое, эластичное, хорошо тянется и легко формируется в шар                                    | Лапша по форме и цвету похожа на изделия из пшеничной муки, приятные на вкус                                      |
| Образец № 3            | 4,6             | Схоже с образцом № 2, обладает высокой растяжимостью и упругостью                                      | Лапша по форме и цвету, похожа на изделия из пшеничной муки, имеет легкий запах и нотку кунжута                   |
| Образец № 4            | 4,5             | Тесто на ощупь оказывается особенно плотным и имеет более темный цвет по сравнению с другими образцами | Лапша плотная, но при этом эластичная. Однако, вкус может не всем понравиться из-за интенсивного привкуса кунжута |

му, а привкус кунжута в них был легким и приятным. В то же время, образцы № 3 и № 4 не получили высокой оценки из-за их менее эластичного и не такого упругого теста после раскатки, а также из-за более выраженного вкуса кунжута, который сделал их вкус менее привлекательным.

Следовательно, образец № 2 с 9 % содержанием цельносмолотой кунжутной муки в рецептуре домашней лапши был признан оптимальным вариантом.

Рисунок 12  
Органолептическая оценка образцов домашней лапши из смеси пшеничной и кунжутной муки после варки

Figure 12  
Organoleptic Evaluation of Homemade Noodle Samples Made from a Mixture of Wheat and Sesame Flour After Cooking



### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Ключевым результатом исследования являются разработанные рациональные рецептуры продукции питания из исследуемой смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки. При этом, в образцах из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки происходит увеличение содержания продуктов гидролитического расщепления, что отражается на росте его кислотного числа. Таким образом, подтвердилась гипотеза, поставленная в начале исследования, учитывая теоретическую базу, методологию работы и корреляцию полученных данных с результатами предыдущих исследований. Цель работы достигнута, полученные результаты оправдали ожидания. Настоящее исследование вносит свой вклад в существующую научную литературу в части взаимосвязи сроков хранения и изменений значений кислотного числа, формы и органолептических показателей качества готовых изделий, рекомендаций для практического использования.

Кроме того, установлено, что домашняя лапша из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки хорошо сохраняет форму, а кунжутный вкус в них был легким и приятным. В то же время, образцы № 3 и № 4 с содержанием 12 % и 15 % цельносмолотой кунжутной муки, соответственно, не получили высокой оценки из-за их менее эластичного и не такого упругого теста после раскатки, а также из-за более выраженного вкуса кунжута, который сделал эти образцы менее привлека-

тельным. Определено, что образец домашней лапши № 2 с содержанием 9% цельносмолотой кунжутной муки является рекомендуемым вариантом.

Настоящее и выполненные ранее (главным образом за последние 10 лет) исследования различными научными группами отечественных (Турсунбаева, 2019; Шахрай, 2021) и зарубежных (Morris, 2021; Elleuch, 2022) ученых, в том числе в области изучения технологических аспектов использования нетрадиционного сырья (Бакин, 2016; Коломникова, 2016; Бань, 2019) и ингредиентов функциональной направленности (Резниченко, 2017; Brigante, 2019; Agidew, 2021), в производстве продуктов питания подтверждают возможность его использования в рецептурах как мучных кондитерских изделий, так и продукции общественного питания в целом. Ранее выполненные работы были ориентированы на иной ассортимент продуктов для здорового питания. В качестве конкурентных преимуществ разработанного ассортимента продуктов питания можно выделить следующие аспекты:

- (1) обогащенные продукты: благодаря использованию смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки, изделия обладают более высоким содержанием пищевых волокон, белков, полезных полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, что делает их более привлекательными для сознательных потребителей, следящих за своим здоровьем;
- (2) уникальность вкуса изделий из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки: новизна вкусовых качеств может привлечь внимание потребителей, ищущих разнообразие в своем рационе;
- (3) маркетинговые и экономические возможности: продукты могут быть позиционированы как премиальные, что позволит установить более высокую цену и увеличить маржинальность.

## Ограничения исследования

Ограничения настоящего исследования связаны с ограниченностью вариаций ингредиентов в зависимости от их физико-химических свойств, влияющих на качество и пищевую ценность готовых продуктов питания из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы были разработаны рецептуры обогащенных мучных изделий из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки: творожного печенья, морковного пирожного и домашней лапши.

Полученные результаты показывают, что разработанные продукты на основе смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки обладают значительным потенциалом в сегменте продуктов здорового питания. Важным является то, что в образцах продуктов питания из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки продолжается увеличение продуктов гидролитического расщепления, что отражается на росте его кислотного числа. В процессе хранения творожного печенья из смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки в течение первых 10 суток кислотные числа во всех образцах остаются практически неизменными, однако на 20-й сутки в образцах наблюдается увеличение кислотных чисел.

Для более глубокого понимания научно-практических основ технологии продуктов питания с использованием нетрадиционного сырья необходимы дальнейшие исследования, направленные на проведение фундаментальных и прикладных исследований (медико-биологические, биотехнологические и др.) кондитерских, кулинарных и макаронных изделий с применением смеси цельносмолотой пшеничной и кунжутной муки.

## АВТОРСКИЙ ВКЛАД

**Олег Александрович Суворов:** концептуализация; разработка методологии исследования; общее руководство.

**Роман Хажсетович Кандроков:** формулирование исследовательских задач; создание модели исследования; проведение исследования; верификация данных; создание финального варианта рукописи.

**Татьяна Владимировна Кандиано:** анализ научно-технической литературы; проведение экспериментальных исследований; работа с программным обеспечением; создание черновика рукописи.

## AUTHOR'S CONTRIBUTION

**Oleg A. Suvorov:** conceptualization; development of the research methodology; general management.

**Roman Kh. Kandrov:** formulation of research tasks; creation of the research model; conducting the research; data verification; creation of the final version of the manuscript.

**Tatyana V. Kandiano:** analysis of scientific and technical literature; conducting experimental studies; working with software; creating a draft of the manuscript.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCE

- Бакин, И. А., Мустафина, А. С., & Колбина, А. Ю. (2016). Изучение технологических аспектов использования нетрадиционного сырья в производстве булочных изделий. *Вестник КрасГАУ*, 12, 128–134.
- Bakin, I.A., Mustafina, A.S., Kolbina, A.Yu. (2016). The research of technological aspects of untraditional raw materials using in bakery products. *Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University*, 12, 128–134. (In Russ.).
- Бань, М. Ф. (2019). Обзор нетрадиционных видов муки и исследование возможности их использования в рецептурах мучных кондитерских изделий. *Потребительская кооперация*, 3(66), 78–81.
- Ban, M. (2019) The overview of non-traditional types of flour and the study of their use in the recipes of flour confectionary, *Consumer cooperation*, 3(66), 78–81. (In Russ.).
- Коломникова, Я. П., Литвинова, Е. В., Анохина, С. И., & Текутьева, Ю. А. (2016). Использование нетрадиционного сырья при производстве безглютеновых мучных и кулинарных изделий с целью повышения пищевой ценности. *Актуальная биотехнология*, 1(16), 45–48.
- Kolomnikova, Ya.P., Litvinova, E.V., Anokhina S.I., Tekut'eva Yu.A. Use of non-traditional raw material in the production of gluten-free floury culinary products in order to improve the nutritional value. *Actual biotechnology*, 1(16), 45–48. (In Russ.).
- Кузьмина, С. С. (2019). Использование кунжутной муки в технологии булочных изделий. *Ползуновский вестник*, (4), 12–16.
- Kuzmina, S.S. (2019). The use of sesame flour in the technology of bakery products. *Polzunovsky vestnik*, (4), 12–16. (In Russ.).
- Магомедов, Г. О., Шевякова, Т. А., & Чернышева, Ю. А. (2014). Сбивные мучные кондитерские изделия на основе муки из цельносомолотого зерна. *Вестник ВГУИТ*, 1(59), 123–129.
- Magomedov, G.O. (2014), Shevyakova, T.A., Tchernysheva, Y.A., Mazina, E.A. Whipped flour confectionery based upon whole grain ground flour. *Bulletin of Voronezh state university of engineering technologies*, 1(59), 123–129. (In Russ.).
- Резниченко, И. Ю., Рензяева, Т. В. & Табаторович, А. Н. (2017). Формирование ассортимента мучных кондитерских изделий функциональной направленности. *Техника и технология пищевых производств*, 2(45), 149–162.
- Reznichenko, I.Yu., Renzyaeva, T.V., Tabatorovich, A.N., Surkov, I.V., Chistyakov, A.M. (2017). Formation of a range of functional flour confectionery products. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2(45), 149–162. (In Russ.).
- Санжаровская, Н. С., Сокол, Н. В. & Храпко, О. П. (2018). Использование нетрадиционного сырья в технологии сырцовых пряников. *Вестник КрасГАУ*, 1(136), 147–154.
- Sanzharovskaya, N.S., Sokol, N.V., Khrapko, O.P. The use of non-traditional raw materials in raw gingerbread technology, *Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University*, 1(136), 147–154. (In Russ.).
- Турсунбаева, Ш. А., Изтаев, А. И., Магомедов, М. Г. & Якияева М. А. (2019). Разработка инновационных технологии хлебных изделий из цельносомолотой муки разных классов. *Вестник ВГУИТ*, 4(82), 83–88. <http://dx.doi.org/10.20914/2310-1202-2019-4-83-88>
- Tursynbaeva, S.A., Iztayev, A.I., Magomedov, M.G., Yakiyayeva, M.A. (2019). Development of innovative technologies for whole-wheat flour products of different classes. *Bulletin of*

- Voronezh State University of Engineering Technologies, 4(82), 83–88. <http://dx.doi.org/10.20914/2310-1202-2019-4-83-88> (In Russ.)
- Шахрай, Т. А., Воробьева, О. В. & Викторова, Е. П. (2021). Основные тенденции развития рынка функциональных хлебобулочных изделий. *Новые технологии*, 17(3), 51–58. <http://dx.doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-3-51-58>.
- Shakhrai, T.A., Vorobyova, O.V., Victorova, E.P. (2021). Main trends of functional bakery products market development. *New Technologies*, 17(3), 51–58. (In Russ.) <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-3-51-58>
- Agidew, M. G., Dubale A. A., Atlabachew, M., & Abebe, W. (2021). Fatty acid composition, total phenolic contents and antioxidant activity of white and black sesame seed varieties from different localities of Ethiopia. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 14, 107–108. <http://dx.doi.org/10.1186/s40538-021-00215-w>
- Agustin, L., & Federico, I. (2022). Novel cookie formulation with defatted sesame flour: Evaluation of its technological and sensory properties. Changes in phenolic profile, antioxidant activity, and gut microbiota after simulated gastrointestinal digestion. *Food Chemistry*, 389, 122–128. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133122>
- Alzahrani, A. S. S., Price, M., Greenfield, S., & Paudyal, V. (2021). Global prevalence and types of complementary and alternative medicines use amongst adults with diabetes: systematic review and meta-analysis. *European Journal of Clinical Pharmacology*, 77(9), 1259–1274. <https://doi.org/10.1007/s00228-021-03097-x>
- Bedigian, D., Sibte-Abbas, M., Butt, M. S., Khan, M. R., & Shahid, M. (2010). Characterization of Sesame (*Sesamum indicum* L.) Germplasm: A Critique. *Food Chemistry*, 57(5), 641–647. <https://doi.org/10.1007/s10722-010-9552-x>
- Brigante, F. (2019). Targeted metabolomics to assess the authenticity of bakery products containing chia, sesame and flax seeds. *Food Chemistry*, 312(2), 1221–1231. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126059>
- Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C., & Attia, H. (2022). Quality characteristics of sesame seeds and by-products. *Food Chemistry*, 103(2), 641–650. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.008>
- Fasuan, T. O., Gbadamosi, S. O., & Omobuwajo, T. O. (2018). Characterization of protein isolate from sesamum indicum seed: In vitro protein digestibility, amino acid profile, and some functional properties. *Food Science & Nutrition*, 6, 1715–1723. <https://doi.org/10.1002/fsn.3743>
- Khaleel, E. S., Gonaïd, M. H., El-Bagry, R. I., Sleem, A. A., & Shabana, M. (2007). Chemical and biological study of the residual aerial parts of *sesamum indicum* L. *Journal of Food and Drug Analysis*, 15(4), 268–275. <https://doi.org/10.38212/2224-6614.2416>
- Morris, J. B., Wang, M. L., & Tonniss, B. D. (2021). Variability for oil, protein, lignan, tocopherol, and fatty acid concentrations in eight sesame (*Sesamum indicum* L.) Genotypes. *Industrial Crops and Products*, 164, 113355. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113355>
- Mushtaq, A., Hanif, M. A., Ayub, M. A., Bhatti, I. A. & Jilani, M. I. (2020). Sesame. In *Medicinal Plants of South Asia* (pp. 601–615). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102659-5.00044-6>
- Shahi, M., Zakerkish, M., Zarei, M., & Saki, A. (2022). Effect of sesame supplementation on glycemic status, inflammatory markers, and adiponectin levels in patients with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Dietary Supplements*, 14(1), 1–12. <https://doi.org/10.1080/19390211.2016.1204404>