Научная статья/Research Article
**УДК 51-74; 664.681**
**DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-240-253**

**Роман Хажсетович Кандроков**[1✉], **Наталья Сергеевна Мурина**[2],
**Патимат Асадулламагомедовна Бекшокова**[3]
[1,2]Российский биотехнологический университет, Москва, Россия
[3]Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия
[1]nart132007@mail.ru
[2]murinans@mgupp.ru
[3]patenka2009@mail.ru

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЫЖИКОВОЙ МУКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

*Цель исследования – определить возможность использования рыжиковой муки, полученной из рыжикового жмыха, для производства мучных кондитерских изделий. Задачи: размолоть исходный рыжиковый жмых в рыжиковую муку и рыжиковые отруби; разработать рецептуру мучных кондитерских изделий коврижка и кекс здоровье с добавлением от 5 до 20 % рыжиковой муки вместо пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта; провести органолептическая оценку и определить физико-химические показатели качества коврижки и кекса здоровье из пшенично-рыжиковой муки различного соотношения. Объект исследования – рыжиковая мука. Разработана рецептура кекса типа «Столичный» и коврижки из цельносмолотой пшенично-рыжиковой муки различного соотношения с пшеничной хлебопекарной мукой высшего сорта. Установлены параметры и режимы приготовления мучных кондитерских изделий в виде кекса и коврижки. Добавление рыжиковой муки в рецептуру как кекса, так и коврижки приводит к повышению влажности, щелочности и массовой доли жира в готовых изделиях. Наиболее оптимальным соотношением пшеничной муки высшего сорта и рыжиковой муки для производства изделий является соотношение 9 : 1, при котором готовые изделия имеют наиболее привлекательный товарный вид и хорошие органолептические показатели. По сравнению с контрольными образцами мучных кондитерских из пшеничной муки высшего сорта в изделиях из пшенично-рыжиковой муки происходит повышение содержания белка, жиров, в т. ч. полиненасыщенных жирных кислот, незаменимых аминокислот, в т. ч. лимитирующих. По результатам проведенных исследований можно рекомендовать использование композитной мучной смеси пшеничной муки высшего сорта и рыжиковой муки для производства мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности на действующих кондитерских предприятиях.*

***Ключевые слова:*** *рецептура, тесто, рыжиковая мука, пшеничная мука, показатели качества кондитерских изделий, кекс, коврижка*

***Для цитирования****: Кандроков Р.Х., Мурина Н.С., Бекшокова П.А.* Использование рыжиковой муки для производства мучных кондитерских изделий // Вестник КрасГАУ. 2024. № 5. С. 240–253. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-240-253.

**Roman Khazhsetovich Kandrokov**[1✉], **Natalia Sergeevna Murina**[2],
**Patimat Asadullamagomedovna Bekshokova**[3]
[1,2]Russian Biotechnological University, Moscow, Russia
[3]Dagestan State University, Makhachkala, Russia
[1]nart132007@mail.ru
[2]murinans@mgupp.ru
[3]patenka2009@mail.ru

© Кандроков Р.Х., Мурина Н.С., Бекшокова П.А., 2024
Вестник КрасГАУ. 2024. № 5. С. 240–253.
Bulliten KrasSAU. 2024;(5):240–253.

## USE OF CAMELINA FLOUR WHEN PRODUCING FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS

*The purpose of the study is to determine the possibility of using camelina flour obtained from camelina cake for the production of flour confectionery products. Tasks: to grind the original camelina cake into camelina flour and camelina bran; to develop a recipe for flour confectionery products gingerbread and cake health with the addition of 5 to 20 % camelina flour instead of premium wheat baking flour; to conduct an organoleptic assessment and determine the physico-chemical quality indicators of gingerbread and health cakes made from wheat-camelina flour of various ratios. The object of study is camelina flour. A recipe has been developed for a Stolichny type cake and gingerbread made from whole-ground wheat and camelina flour of various ratios with premium-grade wheat baking flour. The parameters and modes for preparing flour confectionery products in the form of cakes and gingerbread have been established. Adding camelina flour to the recipe for both cakes and gingerbread leads to an increase in humidity, alkalinity and the mass fraction of fat in the finished products. The most optimal ratio of premium wheat flour and camelina flour for the production of products is the ratio of 9 : 1, at which the finished products have the most attractive presentation and good organoleptic characteristics. Compared to control samples of flour confectionery made from premium wheat flour, in products made from wheat-camelina flour there is an increase in the content of protein, fats, including polyunsaturated fatty acids, essential amino acids, including limiting ones. Based on the results of research, we can recommend the use of a composite flour mixture of premium wheat flour and camelina flour for the production of flour confectionery products of increased nutritional value at existing confectionery enterprises.*

***Keywords**: recipe, dough, camelina flour, wheat flour, quality indicators of confectionery products, cake, gingerbread*

***For citation:** Kandrokov R.H., Murina N.S., Bekshokova P.A.* Use of camelina flour when producing flour confectionery products // Bulliten KrasSAU. 2024;(5): 240–253 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-240-253.

**Введение.** Рыжик яровой (*Camelina sativa* L.) представляет собой ценную масличную культуру, как яровую, так и озимую, семейства крестоцветных. На сегодняшний день в Росреестр Российской Федерации внесены и разрешены для использования 8 сортов озимого и 12 сортов ярового рыжика.

В настоящее время семеня рыжика в основном используются для получения рыжикового масла, в котором содержится до 46 % жира. Рыжиковое масло является универсальным и одновременно может применяться как на пищевые, так и на технические цели. Рыжиковое масло употребляется в пищу, используется в косметической отрасли, металлургической промышленности и при изготовлении лакокрасочных изделий [1–3].

По своему химическому составу и биохимической ценности семена масличного рыжика превосходят состав зерновых и бобовых культур, в т. ч. по содержанию некоторых незаменимых и лимитирующих аминокислот – лизина и цистина. Хорошая сбалансированность белков по основным биохимическим показателям и аминокислотному составу, высокое содержание биологически ценного лизина (до 5,3 % от общей суммы аминокислот) делают продукты переработки семян рыжика ценным сырьем для производства продуктов питания [4–6].

В состав рыжикового жмыха входят 20 аминокислот, в т. ч. 9 незаменимых. Они отличаются высоким содержанием аргинина – 10,7 %. В белке жмыха рыжика преимущественно много валина (8,9 %) и лейцина (6,9 %), кроме того, в нем содержатся серосодержащие аминокислоты: метионин (13,0 %) и серин (6,4 %), которые входят в аминокислотный состав рыжика, высокое содержание (7,7 %) в них биологически ценного лизина делают их целесообразным компонентом пищевых рационов. Из заменимых аминокислот максимальное количество приходится на глютаминовую кислоту – 20,2 %. Аминокислотный состав белка жмыха рыжика указывает на полновесность протеинов [7–10].

Продукты переработки рыжика в виде рыжикового жмыха и шрота в основном используются в качестве белковых компонентов при производстве комбикормов. Продукты переработки семян рыжика, в т. ч. рыжиковой муки, полученной из рыжикового жмыха, для производства продуктов питания практически не используются [11–13].

**Цель исследования** – определить возможность использования рыжиковой муки, полученной из рыжикового жмыха, для производства мучных кондитерских изделий.

**Задачи:** размолоть исходный рыжиковый жмых с получением рыжиковой муки и рыжиковых отрубей; разработать рецептуру мучных кондитерских изделий коврижка и кекс с добавлением от 5 до 20 % рыжиковой муки вместо пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта; провести органолептическую оценку и определить физико-химические показатели качества коврижки и кекса из пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки.

**Объекты и методы.** Объектом исследования является рыжиковая мука, богатая белками, жирами, витаминами, минеральными веществами. Предметом исследования являются мучные кондитерские изделия из пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки с повышенным содержанием белка и жира за счет частичной замены пшеничной муки высшего сорта на рыжиковую муку. Определение количества и качества клейковины для пшеничной муки проводилось по ГОСТ 27839-2013, автолитическую активность пшенично-рыжиковой муки определяли по ГОСТ 27495-87, кислотность муки – по ГОСТ 27493-87, влажность муки – по ГОСТ 9404-88.

Соль пищевую, сахар белый, масло сливочное, яйца, мед, соду пищевую и разрыхлитель использовали в соответствии со следующими стандартами: ГОСТ Р 51574-2018, ГОСТ 33222-2015, ГОСТ 32261-2013, ГОСТ 31654-2012, ГОСТ 19792-2017, ГОСТ 32802-2014. Энергетическую ценность готовых мучных кондитерских изделий из пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки определяли расчетным методом.

На первом этапе исследования из исходного рыжикового жмыха получили рыжиковую муку в результате лабораторного помола на ножевой мельнице. Выход рыжиковой муки составил 96,7 %. Показатели качества рыжиковой муки, полученной из исходного рыжикового жмыха, представлены в таблице 1. Анализы проводили в аккредитованной лаборатории «РОСБИОТЕХ».

*Таблица 1*

**Химический состав рыжиковой муки**

| Показатель | Результат испытания | Погрешность |
|---|---|---|
| Сухое вещество, % | 90,24 | ±1,12 |
| Сырой протеин, % | 32,0 | ±0,3 |
| Сырой жир, % | 12,81 | ±1,01 |
| Растворимые углеводы, % | 7,5 | ±1,0 |
| Легкогидролизуемые углеводы, % | 4,7 | ±1,1 |
| Сырая клетчатка, % | 13,4 | ±1,6 |
| Фосфор, % | 0,37 | ±0,07 |
| Азот, % | 5,1 | ±0,2 |
| Железо, мг/кг | 74,8 | ±5,99 |
| Калий, г/кг | 8,79 | ±0,26 |
| Кальций, г/кг | 3,41 | ±0,24 |
| Магний, г/кг | 3,99 | ±0,24 |
| Марганец, мг/кг | 17,56 | ±1,05 |
| Медь, мг/кг | 8,89 | ±2,4 |
| Натрий, мг/кг | 170,0 | ±30,0 |
| Цинк, мг/кг | 27,99 | ±3,08 |

Статическую обработку полученных экспериментальных данных проводили с помощью программы MS Excel.

**Результаты и их обсуждение.** Исследование возможности использования рыжиковой муки взамен пшеничной муки высшего сорта проводили в следующем порядке: определение влияния различных соотношений пшеничной муки высшего сорта и рыжиковой муки на органолептические и физико-химические показатели

полуфабрикатов и готовых кондитерских изделий; нахождение оптимального соотношения пшеничной муки высшего сорта и рыжиковой муки по органолептическим и физико-химическим показателям готовых мучных кондитерских изделий; расчет пищевой и биологической ценности готовых изделий.

*Таблица 2*

**Рецептура коврижки медовой из пшеничной муки высшего сорта и рыжиковой муки различного соотношения**

| Сырье | Расход продуктов на 200 г изделия, г | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Контроль | 5 % | 10 % | 15 % | 20 % |
| Мука пшеничная высшего сорта | 100,2 | 95,2 | 90,1 | 85,1 | 80,1 |
| Мука рыжиковая из рыжикового жмыха | – | 5,0 | 10,0 | 15,0 | 20,0 |
| Мука для подпыла | 7,8 | 7,8 | 7,8 | 7,8 | 7,8 |
| Сахар белый | 38,1 | 38,1 | 38,1 | 38,1 | 38,1 |
| Мед натуральный | 50,1 | 50,1 | 50,1 | 50,1 | 50,1 |
| Маргарин | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| Натрий двууглекислый | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Сухие духи | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Аммоний двууглекислый | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |

Коврижки изготавливают из заварного пряничного теста. Вначале сахар белый растворяют в воде при температуре 75 °С, затем добавляют маргарин и перемешивают. Далее полученную смесь переливают в дежу тестомесильной машины, постепенно добавляют пшеничную муку в количестве 40–45 % от общей массы и перемешивают в течение 10–15 мин. Заварную тестовую заготовку охлаждают до 25 °С. Далее в воде растворяют мед, разрыхлители и добавляют в охлажденную массу, перемешивают, досыпают остальную муку и пряности и замешивают тесто в течение 10–15 мин. Влажность готового теста составила 20–22 %. Тесто раскатывают в пласт толщиной 11–13 мм, перекладывают на лист, предварительно смазанный жиром и подпыленный мукой.

Перед выпечкой поверхность коврижки в нескольких местах прокалывают деревянной палочкой для предотвращения вздутия верхней корки и смачивают холодной водой. Выпекают при температуре 180–200 °С в течение 25–40 мин. После выпечки коврижку охлаждают и проводят глазирование горячим сахарным сиропом, подсушивают и разрезают по линейке острым ножом на куски произвольных размеров.

*Таблица 3*

**Рецептура кекса из пшеничной муки высшего сорта и рыжиковой муки различного соотношения**

| Сырье | Расход продуктов на 200 г изделия, г | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Контроль | 5 % | 10 % | 15 % | 20 % |
| Мука пшеничная высшего сорта | 98,0 | 93,0 | 88,1 | 83,3 | 78,4 |
| Мука рыжиковая из рыжикового жмыха | – | 4,9 | 9,8 | 12,2 | 19,6 |
| Сахар белый | 73,5 | 73,5 | 73,5 | 73,5 | 73,5 |
| Молоко цельное | 73,5 | 73,5 | 73,5 | 73,5 | 73,5 |
| Меланж | 58,8 | 58,8 | 58,8 | 58,8 | 58,8 |
| Соль поваренная | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 |
| Углеаммонийная соль | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 |
| Изюм | 73,5 | 73,5 | 73,5 | 73,5 | 73,5 |
| Пудра сахарная | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| Ароматизатор | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 |

Кекс выпекают из теста с влажностью 33 % при температуре 185–210 °С в течение 45–50 мин. Готовые кексы посыпают рафинадной пудрой.

На рисунке 1 представлен кекс в разрезе из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения.

*Рис. 1. Кекс в разрезе из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки*

*Таблица 4*

**Результаты дегустационной оценки изделия кекс из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки**

| Показатель | Добавление рыжиковой муки в рецептуру | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Контроль | 5 % | 10 % | 15 % | 20 % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Вкус | Соответствует данному наименованию | | Сладкий, с легкой горечью | Сладкий, чуть горчит | Сладкий, с ощутимой горечью |
| Запах | Соответствует данному наименованию | | Сдобный | С преобладающим запахом рыжиковой муки | С характерным рыжиковым запахом |

*Окончание табл. 4*

| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Вид в изломе | Мякиш влажный, соответствует данному изделию; равномерная пористость | Влажный мякиш; более мелкая ористость, равномерная | Влажный мякиш; равномерная пористость | Мякиш менее влажный; неравномерная пористость | Мякиш менее влажный; неравномерная пористость |
| Структура | Пористость без пустот; высокая плотность | Пористость без пустот; чуть плотный мякиш | Пористость без пустот; неравномерная пористость, чуть плотный мякиш | Пористость без пустот; неравномерная пористость, чуть плотный мякиш | Пористость без пустот; неравномерная пористость, чуть плотный мякиш |
| Поверхность | Правильная, с характерными трещинами; нет неровностей | | | | |
| Форма | Правильная, без пустот | | | | |
| Цвет | Соответствует данному виду изделия | | | | |

Как видно из таблицы 4, по своим основным органолептическим показателям кекс из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения соответствует требованиям действующего нормативного документа на кекс на химических разрыхлителях.

На рисунке 2 представлена коврижка в разрезе из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения.

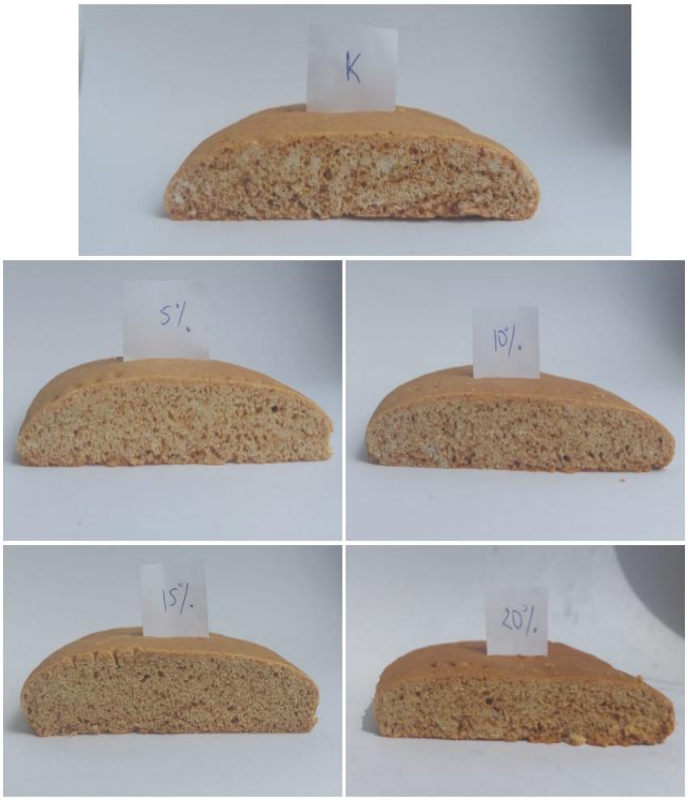


*Рис. 2. Коврижка в разрезе контрольной пшеничной муке высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки*

В таблице 5 представлены полученные результаты оценки дегустационной комиссии изделия коврижка из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения.

*Таблица 5*

**Результаты дегустационной оценки изделия коврижка из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения**

| Показатель | Различное добавление рыжиковой муки | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Контроль | 5 % | 10 % | 15 % | 20 % |
| Структура | Изделие с мягкой связанной структурой; не рассыпается при разломе | | | | |
| Цвет | Цвет мякиша и корки; кремово-бежевый | Цвет мякиша и корки равномерный; песочный | Цвет мякиша и корки равномерный; кремовый | Цвет мякиша и корки равномерный; песочно-бежевый | Цвет мякиша и корки равномерный; тёмно-бежевый |
| Вид в изломе | Пропеченный; Равномерная пористость | Влажный равномерная пористость | Влажный равномерная пористость | Влажный мякиш; неравномерная более мелкая пористость | Влажный мякиш; неравномерная более мелкая пористость |
| Поверхность | Сухая, без трещин и вздутий | | | | |
| Форма | Правильная; срез ровный без смятых граней; нижняя поверхность ровная; форма не расплывчатая | Правильная; срез ровный без смятых граней; нижняя поверхность ровная; форма не расплывчатая | Правильная; срез ровный без смятых граней; нижняя поверхность ровная; форма чуть растеклась | Правильная; срез ровный без смятых граней; нижняя поверхность ровная форма более расплывчатая | Правильная; срез ровный без смятых граней; нижняя поверхность ровная форма более расплывчатая |
| Вкус | Соответствует данному наименованию и рецептурным ингредиентам, из которых приготовлено изделие | | | | |
| Запах | Соответствует данному наименованию и рецептурным ингредиентам, из которых приготовлено изделие | | | | |

На рисунке 3 представлен многоугольник органолептических показателей качества кекса из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшенично-рыжиковой муки различного соотношения.

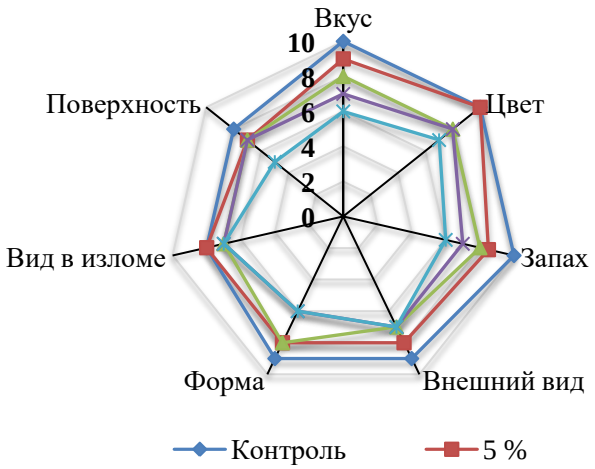


*Рис. 3. Многоугольник органолептических показателей качества кекса из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения*

Как видно из рисунка 3, наилучшие органолептические показатели имеют кекс из контрольной пшеничной муки высшего сорта и кексы из пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки в соотношениях 9,5 : 0,5 и 9,0 : 1,0.

На рисунке 4 представлен многоугольник показателей качества коврижки из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшенично-рыжиковой муки различного соотношения.

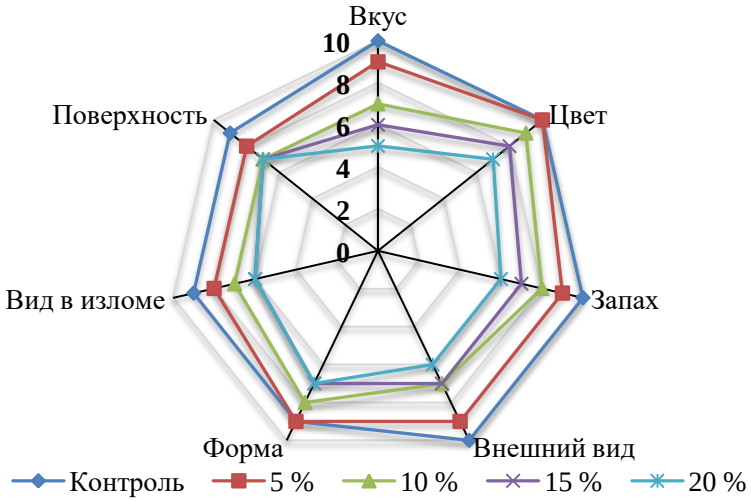


*Рис. 4. Многоугольник показателей качества коврижки из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения*

Как видно из рисунка 4, наилучшие органолептические показатели имеют коврижка из контрольной пшеничной муки высшего сорта и коврижка из пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки в соотношениях 9,5 : 0,5 и 9,0 : 1,0.

На рисунке 5 представлены физико-химические показатели коврижки из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшенично-рыжиковой муки различного соотношения.

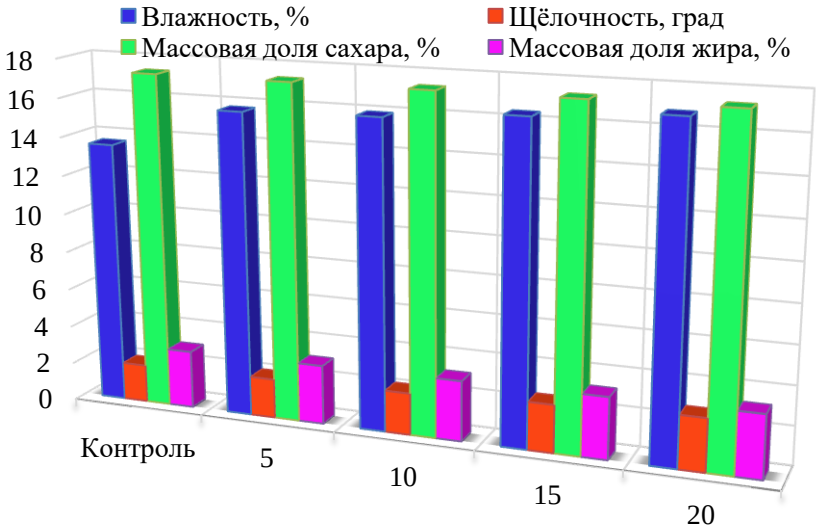


*Рис. 5. Физико-химические показатели коврижки из пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки*

Как видно из рисунка 5, физико-химические показатели коврижки из контрольной пшеничной и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения выше, чем аналогичные показатели коврижки х контрольной пшеничной муки высшего сорта.

На рисунке 6 представлены физико-химические показатели кекса из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения.

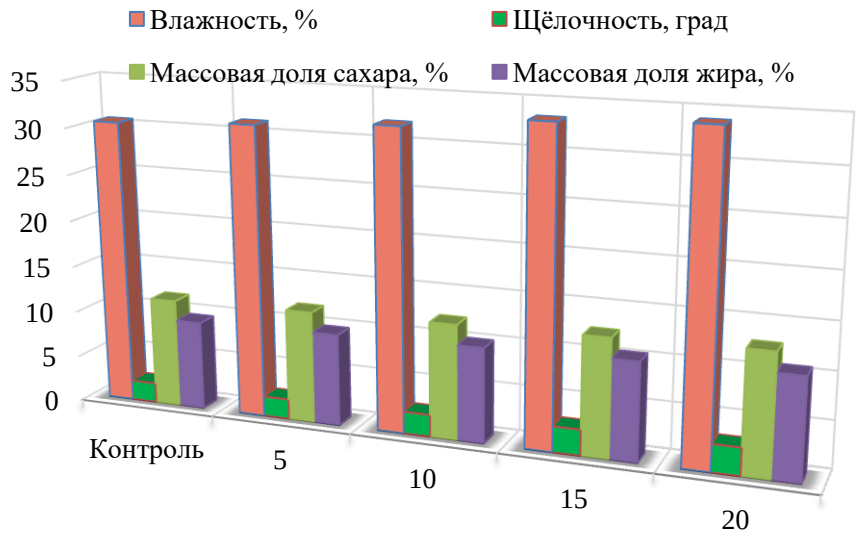


*Рис. 6. Физико-химические показатели кекса из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения*

Как видно из рисунка 6, влажность, щелочность, массовая доля сахара и жира кекса повышаются при внесении в рецептуру рыжиковой муки по сравнению с кексом из контрольной пшеничной муки высшего сорта.

На рисунке 7 представлена пищевая ценность кекса из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения.

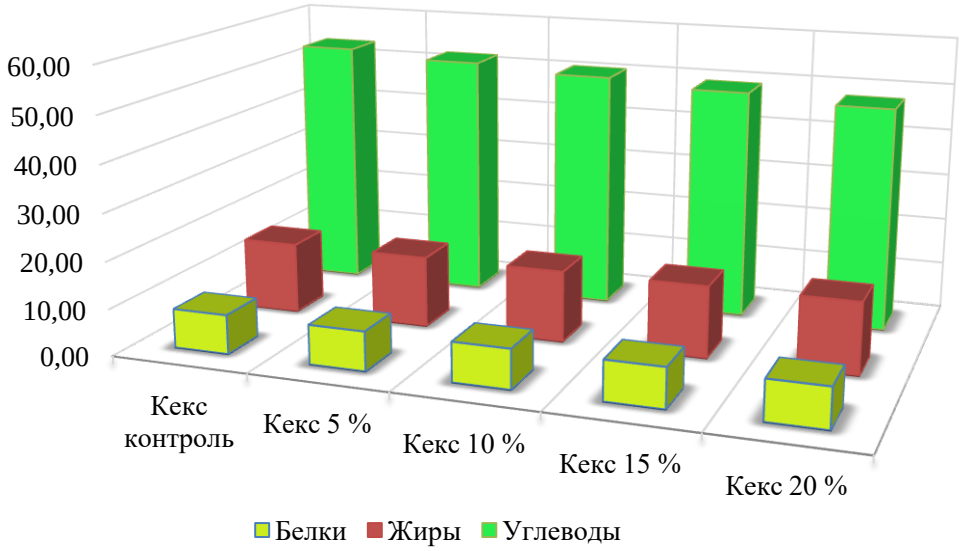


*Рис. 7. Пищевая ценность кекса из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения*

Как видно из рисунка 7, по сравнению с кексом из контрольной пшеничной муки высшего сорта в кексах из пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения происходит снижение содержания углеводов и повышение содержания белка и жиров.

На рисунке 8 представлена энергетическая ценность кекса из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения.

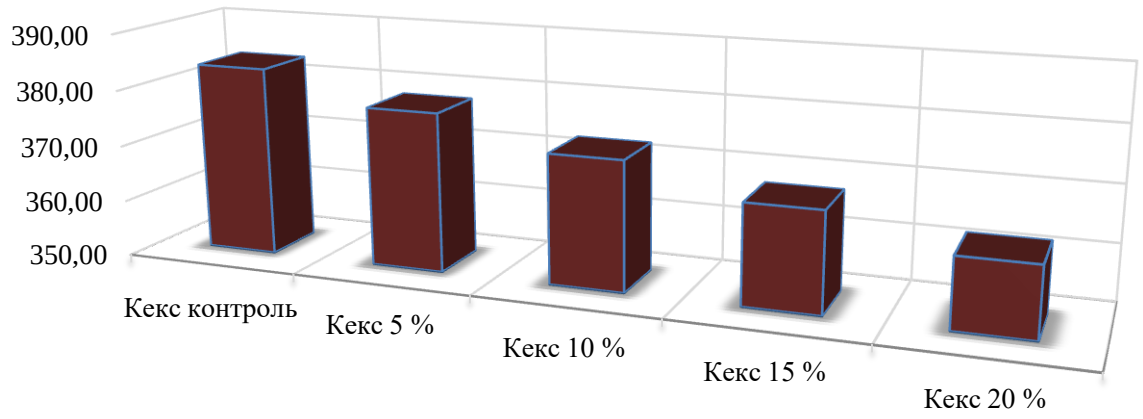


*Рис. 8. Энергетическая ценность кекса из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения*

Как видно из рисунка 8, расчетная энергетическая ценность кекса из пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения снижается по сравнению с кексом из контрольной пшеничной муки высшего сорта. При этом установлено, что чем больше содержание рыжиковой муки в рецептуре, тем меньше энергетическая ценность кекса.

На рисунке 9 представлена расчетная пищевая ценность кекса из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения.

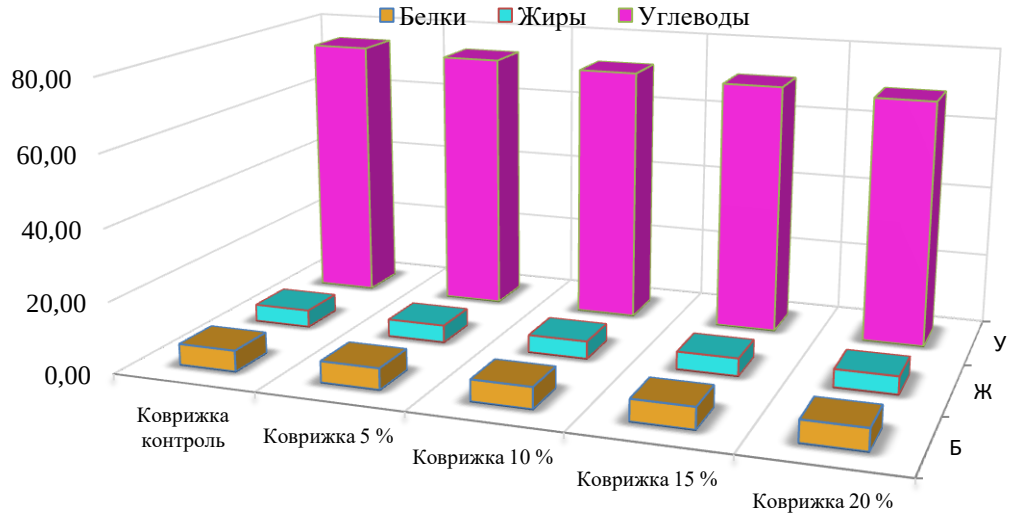


*Рис. 9. Пищевая ценность коврижки из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения*

Как видно из рисунка 9, по сравнению с коврижкой из контрольной пшеничной муки высшего сорта в коврижках из пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения происходит снижение содержания углеводов и повышение содержания белка и жиров.

На рисунке 10 представлена расчетная энергетическая ценность коврижки из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения.

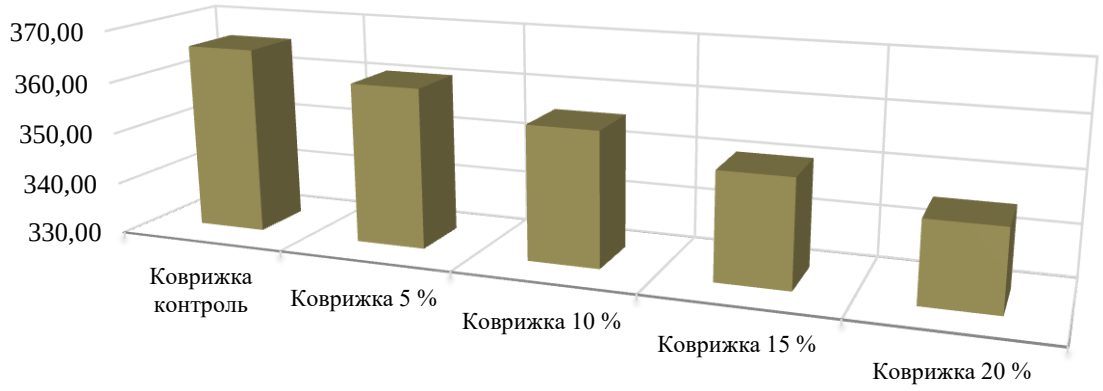


*Рис. 10. Энергетическая ценность коврижки из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения*

Как видно из рисунка 10, энергетическая ценность коврижки из пшенично-рыжиковой муки различного соотношения снижается по сравнению с кексом из контрольной пшеничной муки высшего сорта. При этом установлено, что чем больше содержание рыжиковой муки в рецептуре, тем меньше энергетическая ценность коврижки.

На рисунке 11 представлена расчетная биологическая ценность кекса из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшенично-рыжиковой муки различного соотношения.

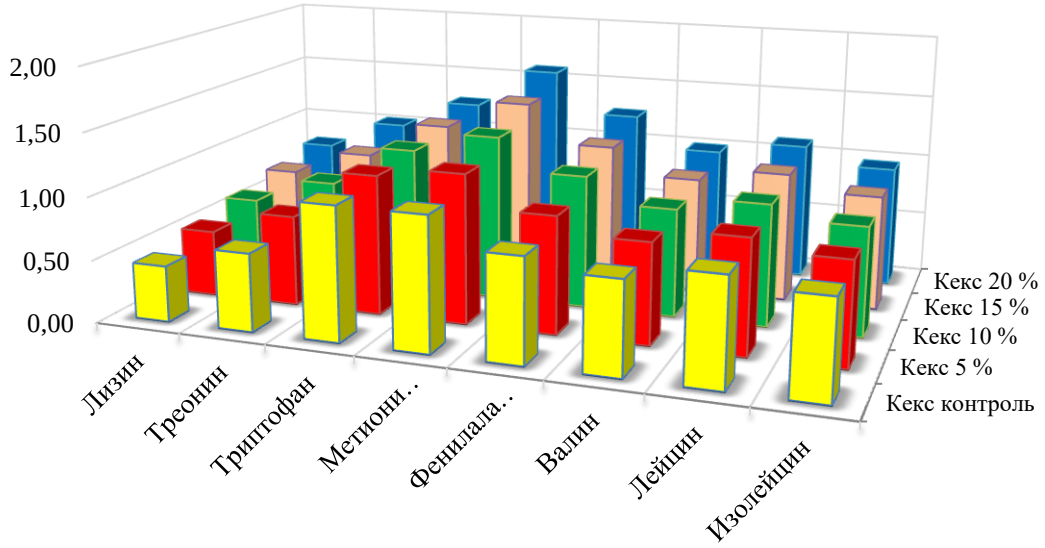


*Рис. 11. Биологическая ценность кекса из контрольной пшеничной и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения*

Как видно из рисунка 11, расчетное содержание аминокислот, в т. ч. незаменимых, повышается в кексах из пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения по сравнению с кексом из контрольной пшеничной муки высшего сорта.

На рисунке 12 представлена расчетная биологическая ценность коврижки из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения.

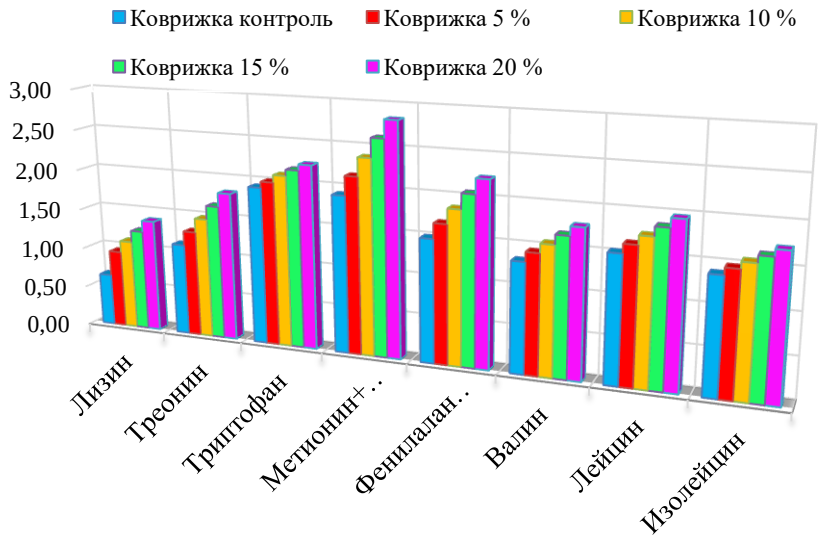


*Рис. 12. Биологическая ценность коврижки из контрольной пшеничной муки высшего сорта и пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения*

Как видно из рисунка 12, расчетное содержание незаменимых аминокислот повышается в коврижках из пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки различного соотношения по сравнению с коврижкой из контрольной пшеничной муки высшего сорта.

**Заключение.** По результатам проведенных исследований разработаны рецептуры мучных кондитерских изделий типа кекса и коврижки из мучной смеси пшеничной муки высшего сорта и рыжиковой муки различного соотношения. Установлены параметры и режимы приготовления мучных кондитерских изделий в виде кекса и коврижки.

Выявлено, что добавление рыжиковой муки в рецептуру как кекса, так и коврижки приводит к повышению влажности, щелочности и массовой доли жира в готовых изделиях. Наиболее оптимальным соотношением пшеничной муки высшего сорта и рыжиковой муки для производства изделий является соотношение 9 : 1, при котором происходит обогащение готовых изделий и они имеют наиболее привлекательный товарный вид и хорошие органолептические показатели.

Установлено, что по сравнению с контрольными образцами мучных кондитерских изделий из пшеничной муки высшего сорта в изделиях из пшеничной муки высшего сорта с добавлением рыжиковой муки происходит повышение содержания белка, жиров, в т. ч. на счет полиненасыщенных жирных кислот, незаменимых аминокислот, в т. ч. лимитирующих.

По результатам проведенных исследований можно рекомендовать использовать смесь пшеничной муки высшего сорта и рыжиковой муки для производства мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности на действующих кондитерских предприятиях.

## Список источников

1. Фосфилипиды рыжикового масла в производстве печенья / *Т.В. Рензяева* [и др.] // Ползуновский вестник. 2018. № 1. С. 37–42. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2018.01.008.
2. *Имаева А.А.* Возможности использования нетрадиционных видов муки в производстве мучных кондитерских изделий // Россий-

ский электронный научный журнал. 2020. № 1 (35). С. 83–93. DOI: 10.31563/2308-9644-2020-35-1-83-93.
3. *Козубаева Л.А., Кузьмина С.С.* Современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий // Ползуновский вестник. 2022. № 4-1. С. 57–67. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.007.
4. Пищевая ценность рыжикового масла как сырья для мясной промышленности / *Г.В. Гуринович* [и др.] // Мясная индустрия. 2009. № 4. С. 36–38.
5. Продукты переработки семян рыжика / *Л.А. Николенко* [и др.] // Комбикорма. 2004. № 7. С. 42–43.
6. Влияние соотношения помольной смеси зерна пшеницы и семян конопли на химические и физико-химические свойства пшенично-конопляной муки / *Р.Х. Кандроков* [и др.] // Изв. вузов. Пищевая технология. 2021. № 5-6. С. 48–52. DOI: 10.26297/0579-3009.2021.5-6.9.
7. Обоснование применения растительных порошков в технологии мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности / *О.Л. Ладнова* [и др.] // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2021. № 6 (71). С. 39–45. DOI: 10.33979/2219-8466-2021-71-6-39-45.
8. *Мистенева С.Ю., Демченко Е.А., Савенкова Т.В.* Разработка мучных кондитерских изделий с использованием нерафинированного растительного сырья // Пищевая промышленность. 2019. № 8. С. 66–71. DOI: 10.24411/0235-2486-2019-10129.
9. Обоснование разработки обогащенных мучных кондитерских изделий / *И.Ю. Резниченко* [и др.] // Пищевая промышленность. 2019. № 5. С. 56–59. DOI: 10.24411/0235-2486-2019-10073.
10. *Гончарова А.А., Ущаповский В.И., Миневич И.Э.* Влияние продуктов переработки семян конопли на потребительские свойства мучных кондитерских изделий // Хранение и переработка сельхозсырья. 2022. № 3. С. 120–133. DOI: 10.36107/spfp.2022.291.
11. *Мистенева С.Ю., Щербакова Н.А., Баскаков А.В.* Модификация мучных кондитерских изделий, в том числе для питания детей старше трех лет // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35, № 5. С. 70–76. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10512.
12. *Болгова Д.Ю., Чумак И.А., Тарасенко Н.А.* Тенденции развития российского рынка в сегменте обогащенных безглютеновых мучных кондитерских изделий // Наука и образование. 2021. Т. 4, № 2. URL: https://opus-mgau.ru/index.php/see/article/view/3347/3340 (дата обращения: 19.08.2023).
13. Формирование ассортимента мучных кондитерских изделий функциональной направленности / *И.Ю. Резниченко* [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2017. № 2 (45). С. 149–162.

## References

1. Fosfilipidy ryzhikovogo maslav proizvodstve pechen'ya / *T.V. Renzyaeva* [i dr.] // Polzunovskij vestnik. 2018. № 1. S. 37–42. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2018.01.008.
2. *Imaeva A.A.*Vozmozhnosti ispol'zovaniya netradicionnyh vidov muki v proizvodstve muchnyh konditerskih izdelij // Rossijskij `elektronnyj nauchnyj zhurnal. 2020. № 1 (35). S. 83–93. DOI: 10.31563/2308-9644-2020-35-1-83-93.
3. *Kozubaeva L.A., Kuz'mina S.S.* Sovremennye tendencii formirovaniya assortimenta bezglyutenovyh muchnyh konditerskih izdelij // Polzunovskij vestnik. 2022. № 4-1. S. 57–67. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.007.
4. Pischevaya cennost' ryzhikovogo masla kak syr'ya dlya myasnoj promyshlennosti / *G.V. Gurinovich* [i dr.] // Myasnaya industriya. 2009. № 4. S. 36–38.
5. Produkty pererabotki semyan ryzhika / *L.A. Nikolenko* [i dr.] // Kombikorma. 2004. № 7. S. 42–43.
6. Vliyanie sootnosheniya pomol'noj smesi zerna pshenicy i semyan konopli na himicheskie i fiziko-himicheskie svojstva pshenichno-konoplyanoj muki / *R.H. Kandrokov* [i dr.] // Izv. vuzov. Pischevaya tehnologiya. 2021. № 5-6. S. 48–52. DOI: 10.26297/0579-3009.2021.5-6.9.
7. Obosnovanie primeneniya rastitel'nyh poroshkov v tehnologii muchnyh konditerskih izdelij povyshennoj pischevoj cennosti / *O.L. Ladnova* [i dr.] // Tehnologiya i tovarovedenie innovacionnyh pischevyh produktov. 2021. № 6 (71).

S. 39–45. DOI: 10.33979/2219-8466-2021-71-6-39-45.
8. *Misteneva S.Yu., Demchenko E.A., Savenkova T.V.* Razrabotka muchnyh konditerskih izdelij s ispol'zovaniem nerafinirovannogo rastitel'nogo syr'ya // Pischevaya promyshlennost'. 2019. № 8. S. 66–71. DOI: 10.24411/0235-2486-2019-10129.
9. Obosnovanie razrabotki obogaschennyh muchnyh konditerskih izdelij / *I.Yu. Reznichenko* [i dr.] // Pischevaya promyshlennost'. 2019. № 5. S. 56–59. DOI: 10.24411/0235-2486-2019-10073.
10. *Goncharova A.A., Uschapovskij V.I., Minevich I.`E.* Vliyanie produktov pererabotki semyan konopli na potrebitel'skie svojstva muchnyh konditerskih izdelij // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya. 2022. № 3. S. 120–133. DOI: 10.36107/spfp.2022.291.
11. *Misteneva S.Yu., Scherbakova N.A., Baskakov A.V.* Modifikaciya muchnyh konditerskih izdelij, v tom chisle dlya pitaniya detej starshe treh let // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2021. T. 35, № 5. S. 70–76. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10512.
12. *Bolgova D.Yu., Chumak I.A., Tarasenko N.A.* Tendencii razvitiya rossijskogo rynka v segmente obogaschennyh bezglyutenovyh muchnyh konditerskih izdelij // Nauka i obrazovanie. 2021. T. 4, № 2. URL: https://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/3347/3340 (data obrascheniya: 19.08.2023).
13. Formirovanie assortimenta muchnyh konditerskih izdelij funkcional'noj napravlennosti / *I.Yu. Reznichenko* [i dr.] // Tehnika i tehnologiya pischevyh proizvodstv. 2017. № 2 (45). S. 149–162.

Статья принята к публикации 13.05.2024 / The article accepted for publication 13.05.2024.

Информация об авторах:

**Роман Хажсетович Кандроков**[1], доцент кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий, кандидат технических наук, доцент
**Наталья Сергеевна Мурина**[2], проректор по технологическим разработкам и коммерциализации
**Патимат Асадулламагомедовна Бекшокова**[3], доцент кафедры экологии, кандидат биологических наук, доцент

Information about the authors:

**Roman Khazhsetovich Kandrokov**[1], Associate Professor at the Department of Grain, Baking and Confectionery Technologies, Candidate of Technical Sciences, Docent
**Natalia Sergeevna Murina**[2], Vice-Rector for Technological Development and Commercialization
**Patimat Asadullamagomedovna Bekshokova**[3], Associate Professor at the Department of Ecology, Candidate of Biological Sciences, Docent