

УДК 664.681

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-374-9-179-184

И.Ю. Резниченко,  
Е.А. Егушова, ✉  
М.А. Захаренко

Кузбасская государственная  
сельскохозяйственная академия,  
Кемерово, Россия

✉ Egushova@mail.ru

Поступила в редакцию:  
20.06.2022

Одобрена после рецензирования:  
14.08.2023

Принята к публикации:  
30.08.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-374-9-179-184

Irina Yu. Reznichenko,  
Elena A. Egushova, ✉  
Maria A. Zakharenko

Kuzbass State Agricultural Academy  
Kemerovo, Russia

✉ Egushova@mail.ru

Received by the editorial office:  
20.06.2022

Accepted in revised:  
14.08.2023

Accepted for publication:  
30.08.2023

## Разработка и исследование качественных характеристик галет специализированного назначения

### РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** В исследовании приведена характеристика дизайна смеси из аглютиновых видов муки и семян пажитника (*Trigonella foenum-graecum*) для улучшения свойств безглютеновых галет и определения предикторов теста и готовых изделий. Отличительной особенностью смеси является наличие в составе сырьевых ингредиентов с высокой пищевой и биологической ценностью. Полученные данные можно использовать при разработке новых линеек продукции, новых рецептур специализированных мучных кондитерских изделий.

**Методы.** Для изучения влияния муки кукурузной, рисовой, льняной и семян пажитника на качественные характеристики галет простых применяли стандартные методы испытаний. Состав рецептурных компонентов подбирали с учетом специализированной направленности продукта, биологической ценности ингредиентов, высоких сенсорных характеристик готового изделия, придания функциональных свойств.

**Результаты.** Экспериментально определены оптимальные количественные соотношения муки кукурузной, льняной и рисовой (45:45:10) и доля семян пажитника (7,5% к массе муки). Исследованы показатели качества разработанных изделий. Установлено, что использование мучной аглютиновой смеси и семян пажитника влияет на незначительное повышение влажности теста, кислотности и намокаемости готовых изделий. Предложены рекомендуемые нормируемые требования к аглютиновым галетам из смеси кукурузной, рисовой, льняной муки и семян пажитника. В качестве дополнительных показателей качества выделено содержание глютена, пищевых волокон и магния. Разработанные простые галеты специализированного назначения имеют функциональную направленность благодаря высокому содержанию пищевых волокон и магния, доля которых составляет более 15% от суточной нормы употребления в данных пищевых веществах.

**Ключевые слова:** простые галеты, целиакия, аглютиновые виды муки, продукт специализированного назначения, показатели качества, функциональные свойства

**Для цитирования:** Резниченко И.Ю., Егушова Е.А., Захаренко М.А. Разработка и исследование качественных характеристик галет специализированного назначения. *Аграрная наука*. 2023; 374(9): 179–184. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-179-184>

© Резниченко И.Ю., Егушова Е.А., Захаренко М.А.

## Development and investigation of qualitative characteristics of specialized bits

### ABSTRACT

**Relevance.** The study characterizes the design of a mixture of gluten-free flours and fenugreek seeds (*Trigonella foenum-graecum*) to improve the properties of gluten-free biscuits and determine dough and finished product predictors. A distinctive feature of the mixture is the presence of raw ingredients with high nutritional and biological value. The data obtained can be used in the development of new product lines, new recipes for specialized flour confectionery.

**Methods.** To study the effect of corn flour, rice flour, flaxseed flour and fenugreek seeds on the quality characteristics of simple biscuits, standard test methods were used. The composition of the prescription components was selected taking into account the specialized focus of the product, the biological value of the ingredients, the high sensory characteristics of the finished product, and the imparting of functional properties.

**Results.** The optimal quantitative ratios of corn flour, flaxseed and rice flour (45:45:10) and the proportion of fenugreek seeds (7.5% by weight of flour) were experimentally determined. The quality indicators of the developed products are investigated. It has been established that the use of flour gluten-free mixture and fenugreek seeds affect a slight increase in dough moisture, acidity and wetness of finished products. Recommended standardized requirements for gluten-free biscuits from a mixture of corn, rice, flax flour and fenugreek seeds are proposed. As additional quality indicators, the content of gluten, dietary fiber and magnesium is highlighted. The developed simple biscuits for specialized purposes have a functional focus due to the high content of dietary fiber and magnesium, the share of which is more than 15% of the daily intake of these nutrients.

**Key words:** ordinary biscuits, celiac disease, gluten-free flours, specialized product, quality indicators, functional properties

**For citation:** Reznichenko I.Yu., Egushova E.A., Zakharenko M.A. Development and study of the qualitative characteristics of biscuits for specialized purposes. *Agrarian science*. 2023; 374(9): 179–184 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-179-184>

© Reznichenko I.Yu., Egushova E.A., Zakharenko M.A.

## Введение/Introduction

Мучные кондитерские изделия для большинства населения — неотъемлемая составная часть рациона. Особую роль мучные изделия имеют в рационе людей, страдающих целиакией и придерживающихся безглютеновой диеты. Безглютеновая диета требует использования безглютеновых злаков (кукуруза, рис, сорго, просо) и псевдозлаков (гречиха, амарант, канихуа), а также других продуктов, которые по своей природе не содержат глютен [1, 2]. В то же время глютен является белковой фракцией пшеницы, ржи, ячменя, овса и имеет большое значение в хлебопекарной технологии и производстве мучных изделий на основе дрожжей, формируя структуру и свойства готового изделия.

Глютен — основной структурообразующий белок, придает тесту вязкоупругие свойства, обеспечивает форму, объем и структуру хлебобулочным и мучным кондитерским изделиям. Из-за его уникальной функциональности замена глютена остается сложной задачей. Поэтому ведется поиск новых натуральных безглютеновых ингредиентов для выпечки.

Кроме того, улучшение питательного профиля безглютеновых продуктов становится важной задачей из-за низкого содержания белка и клетчатки и высокого содержания жира и соли, что вызывает проблемы со здоровьем у потребителей, страдающих такими заболеваниями, как сердечно-сосудистые или диабет [3].

Один из видов мучных кондитерских изделий, не содержащих в своем составе сахара и жира, — простые галеты. Разработка инновационных рецептур и технологии производства галет, отличающихся повышенной пищевой ценностью, функциональной и специализированной направленностью, отмечена как актуальное направление исследований. Учеными предложены рецептуры галет, обогащенных пищевыми волокнами. Установлена возможность применения створок зеленого горошка для производства пищевых волокон с высоким содержанием клетчатки, гемицеллюлозы, лигнина и пектиновых веществ, введение которых в состав галет позволяет получить продукт пробиотического назначения [4].

Экспериментально установлена возможность повышения антиоксидантных свойств галет за счет введения в рецептуру композиции тонкодисперсных порошков из апельсина, банана, яблока и кабачка, взятых в равных пропорциях [5]. Представлены результаты исследований по обогащению галет композициями овощных порошков (лук, тыква, кабачок, морковь, корень сельдерея) с целью получения функциональных продуктов питания [6]. Однако при производстве безглютеновых продуктов существует ряд затруднений, а именно технологические проблемы, дефицит питательных веществ и необходимость улучшения органолептических свойств [7].

Над разработкой технологических решений производства дрожжевых хлебобулочных и мучных кондитерских безглютеновых изделий, в частности печенья и галет, работают отечественные и зарубежные ученые, которыми изучена возможность применения псевдозлаковой муки из амаранта, гречихи, киноа в смеси с рисовой мукой и крахмалом картофельным в технологии хлебобулочных изделий. Исследованы эффекты взаимодействия видов муки в смеси, консистенция теста, объем хлеба, пористость и органолептические свойства [8].

Учеными установлено, что добавление в безглютеновое сухое печенье льняной, амарантовой и (или)

гречневой муки повышало их конечные пищевые качества. Значительно увеличилось содержание белка и пищевых волокон, а в случае льняной муки — и  $\alpha$ -линоленовой кислоты. Все безглютеновые изделия с добавками содержали больше макро- и микроэлементов (калия, фосфора, магния, кальция, железа, марганца, цинка и меди) по сравнению с контролем. С учетом аминокислотного состава амарант оказался более полезной добавкой к безглютеновым продуктам, чем льняное семя [9, 10].

В работах [11, 12] рассмотрена возможность применения крахмала из белого сорго в производстве аглютеновых галет, оценены органолептические и физико-химические показатели с полной и частичной заменой рисовой муки мукой сорго, установлена возможность 100%-ной замены рисовой муки на муку сорго. Определена целесообразность применения порошка из листьев *Moringaoleifera* как естественного безглютенового ингредиента в рецептуре печенья вместо части безглютеновой муки, введение 10% порошка моринги масличной вместо муки позволяет увеличить в готовом изделии количество белка и пищевых волокон [13].

Зарубежными учеными исследовано влияние частичной замены смеси рисовой, кукурузной муки и крахмала на желудевую муку в безглютеновом печенье, установлено, что замещение 30% смеси на желудевую муку позволяет получить изделие с повышенной пищевой ценностью [14]. В работе [15] предложена рецептура сухого печенья из рисовой муки, смешанной с мукой плодов ассирийской сливы и мукой из биоотходов финиковой косточки в соотношении 80:10:10. Добавление муки ассирийской сливы и биоотходов финиковой косточки позволяет получить печенье с хорошими сенсорными характеристиками, увеличенным содержанием белка и клетчатки с 10,2 до 14,7% и с 0,7 до 12,2% соответственно.

Усредненные данные пищевой ценности муки льняной, рисовой и кукурузной приведены в таблице 1<sup>1</sup>.

Современные технологические приемы производства продуктов без глютена как продуктов специализированной направленности основаны на применении растительного сырья с изученной биологической ценностью и, как правило, богатого пищевыми волокнами и белками.

Один из видов бобовых культур, вызывающий интерес с точки зрения обогащения хлебобулочных и мучных

Таблица 1. Пищевая ценность основных рецептурных ингредиентов  
Table 1. Nutritional value of the main recipe ingredients

| Наименование компонента       | Содержание в 100 г |                 |              |                  |
|-------------------------------|--------------------|-----------------|--------------|------------------|
|                               | льняная мука       | кукурузная мука | рисовая мука | семена пажитника |
| Белки, г                      | 18,3               | 7,0             | 5,9          | 23,0             |
| Жиры, г                       | 9,2                | 1,5             | 1,4          | 6,4              |
| Углеводы, г                   | 28,9               | 72,0            | 80,1         | 33,7             |
| Пищевые волокна, г            | 23,7               | 4,4             | 2,2          | 24,6             |
| Зола, г                       | 3,6                | 1,2             | 0,6          | 3,5              |
| Калий, мг                     | 815,0              | 340,0           | 76,0         | 770,0            |
| Кальций, мг                   | 255,0              | 3,0             | 10,0         | 175,0            |
| Магний, мг                    | 385,0              | 105,0           | 35,0         | 191,0            |
| Фосфор, мг                    | 641,0              | 301,0           | 98,0         | 295,0            |
| Железо, мг                    | 5,7                | 3,7             | 0,4          | 33,5             |
| V <sub>1</sub> , мг           | 1,6                | 0,4             | 0,1          | 0,3              |
| V <sub>2</sub> , мг           | 0,2                | 0,2             | -            | 0,3              |
| РР, мг                        | 3,5                | 2,1             | 2,6          | 1,6              |
| Энергетическая ценность, ккал | 305,0              | 331,0           | 353,0        | 325,0            |

Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И.М. Скурихина и академика РАМН, проф. В.А. Тутельяна. М.: ДеЛи принт. 2002; 236.

кондитерских изделий, — пажитник (*Trigonella foenum-graecum*). В составе семян пажитника содержится от 20 до 30% белков, которые богаты метионином, аргинином, аланином, глицином, но бедны лизином. Пептиды, содержащиеся в семенах, имеют катионную природу и проявляют выраженную антимикробную и фунгицидную активность. Они же служат альтернативой антибиотикам, к которым у ряда патогенных микроорганизмов выработалась резистентность [16]. Также пажитник содержит до 60% углеводов, которые характеризуются выраженным накоплением галактуроновой кислоты, что сравнимо с промышленными пектинами — цитрусовым и яблочным. Содержание жира относительно невысокое (около 7–10%), но очень ценное по своему химическому составу: примерно 65% нейтральных липидов (на долю производных олеиновой кислоты приходится более 17%), 28% гликолипидов и 7% фосфолипидов. Исследование биологической ценности более 10 сортов пажитника показало высокое содержание в нем фенолов — в среднем от 50 до 58 мг / 100 г, флавоноидов — от 1100 до 1104 мг / 100 г, диосгенина — около 260 мг / 100 г [17].

Установлено, что включение в рецептуру пшеничного хлеба муки из пажитника в количестве до 15% позволяет получить хлеб с удовлетворительными характеристиками и повышенным содержанием общего белка, минералов, пищевых волокон [18]. К аналогичным выводам пришли ученые из Индии и Южно-Уральского государственного университета, определив, что обогащение мукой из пажитника увеличивало объемную плотность и плотность мякиша, уменьшало удельный объем хлеба и делало цвет мякиша темнее [19–21].

Изучение направлений исследований по применению пажитника в технологиях мучных кондитерских изделий показало, что данные исследования носят ограниченный характер и относятся в основном к традиционным изделиям. Информации о применении пажитника в технологиях безглютеновых галет не найдено.

Современный потребительский рынок мучных кондитерских изделий характеризуется сокращением доли продаж крекеров и галет, что объясняется в первую очередь влиянием тренда на ведение здорового образа жизни. Несмотря на позиционирование галет как изделий с длительными сроками хранения и доступной ценовой категорией, удобных для употребления в условиях ускорения темпа жизни населения, вектор на здоровое питание заставляет потребителей выбирать полезные продукты, характеризующиеся высокой пищевой и низкой энергетической ценностью. При этом современный потребитель ориентирован на поиск новых вкусов<sup>2</sup>.

Всё вышеизложенное послужило определением направления исследования по разработке простых галет с добавленной пищевой ценностью на основе мучной безглютеновой смеси вместо муки пшеничной и семян пажитника, что характеризует новизну исследований. Отличительной особенностью смеси является наличие в составе сырьевых ингредиентов с высокой пищевой и биологической ценностью.

Цель работы — исследование влияния безглютеновой смеси с включением семян пажитника на свойства теста и качество галет простых.

Задачи исследования: подобрать оптимальные соотношения муки рисовой, льняной и кукурузной для замены в рецептуре муки пшеничной; подобрать дозировку семян пажитника в качестве обогащающей добавки с учетом качественных характеристик готового изделия и повышения пищевой ценности; выделить регламентированные показатели качества аглютенных галет.

## Методы и материалы исследований /

### Methods and materials

Исследования проводились в лаборатории кафедры биотехнологий и производства продуктов питания ФГБОУ ВО «Кузбасская ГСХА».

Материалы исследования: мука рисовая (ТУ 9293-002-43175543-03), произведенная ООО «Гранец» (Россия); полуобезжиренная мука льняная (СТО 53548590-020-2013) — «С. Пудовъ» (Россия); мука кукурузная тонкого помола (СТО 53548590-018-2013) — ООО «Хлебзернопродукт» (г. Москва, Россия); мука пшеничная I сорта (ГОСТ 26574-2017)<sup>3</sup> — ЗАО «Алейск-зернопродукт» (г. Барнаул, Россия); семена пажитника (ГОСТ 32592-2013)<sup>4</sup> — ООО «Амальгама» (г. Ижевск, Россия); дрожжи хлебопекарные прессованные (ГОСТ Р 54731-2011)<sup>5</sup> — ООО «Саф-Нева» (г. Санкт-Петербург, Россия); модельные образцы галет простых, тестовые полуфабрикаты.

В качестве контрольного образца послужил образец простых галет, произведенный с применением дрожжей, муки пшеничной хлебопекарной I сорта. В качестве базовой рецептуры использована унифицированная рецептура галет простых из муки пшеничной I сорта. Тесто готовили опарным способом<sup>6</sup>.

Рецептура контрольного образца приведена в таблице 2.

Опытные образцы готовили путем замены муки пшеничной хлебопекарной I сорта на смесь аглютенных видов муки. На первом этапе исследовали влияние различных соотношений безглютеновых видов муки на показатели качества готовых галет. Учитывая результаты проведенных ранее исследований [22, 23] по замене муки пшеничной на муку кукурузную и льняную, при проведении испытаний готовили смеси из безглютеновых видов муки в следующих соотношениях муки кукурузной, рисовой и льняной с учетом их пищевой ценности и органолептических свойств готового изделия: 50:35:15 (№ 1); 40:40:20 (№ 2); 35:50:15 (№ 3); 45:45:10 (№ 4).

Таблица 2. Рецепт галет (контрольный образец)

Table 2. Recipe of biscuits (control sample)

| Наименование сырья                    | Массовая доля сухих веществ, % | Расход сырья на 100 г готового продукта |
|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|
| Мука пшеничная хлебопекарная (I сорт) | 85,50                          | 101,6                                   |
| Сахар белый                           | 99,85                          | 2,04                                    |
| Соль пищевая                          | 96,50                          | 1,5                                     |
| Натрий двууглекислый                  | 50,00                          | 0,4                                     |
| Дрожжи                                | 25,00                          | 2,03                                    |
| Кислота молочная                      | 40,00                          | 0,19                                    |
| Итого                                 |                                | 107,8                                   |
| Выход                                 |                                | 100                                     |

<sup>2</sup> Анализ рынка галет и крекеров в России с 2016 г., прогноз на 2021–2025 гг. <https://marketing.rbc.ru/research/27183/>

<sup>3</sup> ГОСТ 26574-2017 Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия.

<sup>4</sup> ГОСТ 32592-2013 Семена овощных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой капусты. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия.

<sup>5</sup> ГОСТ Р 54731-2011 Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия.

<sup>6</sup> Сборник рецептов на печенье, крекеры, галеты. <https://kondidoc.com/handbooks/4>

Органолептические показатели качества образцов галет оценивали по ГОСТ 14032-2017<sup>7</sup>, ГОСТ 5897-90<sup>8</sup>, определение массовой доли влаги — по ГОСТ 21094-75<sup>9</sup>, кислотности — по ГОСТ 5898-2022<sup>10</sup>, намокаемости — по ГОСТ 10114-80<sup>11</sup>.

Толщину галет определяли штангенциркулем, содержание глютена — согласно МУК 4.1.2880-11<sup>12</sup> в лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области — Кузбассе», массовую долю жира — по ГОСТ 31902-2012<sup>13</sup>, массовую долю белка — по ГОСТ 34551-2019<sup>14</sup>, массовую долю углеводов — по ГОСТ 5903-89<sup>15</sup>, пищевых волокон — по ГОСТ 34844-2022<sup>16</sup>.

Содержание железа проводили в соответствии с ГОСТ 26928-86<sup>17</sup>, кальция, калия, магния — атомно-абсорбционным методом<sup>18</sup>. Энергетическую ценность разработанных галет определяли расчетным методом.

На втором этапе определена дозировка семян пажитника как источника пищевых волокон, белков и полифенольных соединений.

В опытные образцы семена пажитника вносили в количестве 2,5%, 5,0%, 7,5%, 10,0% от массы муки. Семена предварительно просеивали, замачивали в воде не менее чем на 2 часа, после чего подвергали тепловой обработке путем варки при температуре 97–100 °С в течение 7–15 мин. Благодаря такой обработке из семян уходит некоторое количество свойственной им горечи и они становятся мягче.

Все исследования проводились в трехкратной повторности (для каждого показателя). Результаты исследований обрабатывали методом статистического анализа с использованием Microsoft Excel 2010 (США).

### Результаты и обсуждения / Results and discussion

На первом этапе готовили модельные образцы галет с применением смесей. В опытных образцах определяли органолептические и физико-химические показатели качества (табл. 3).

Анализ органолептических показателей по внешнему виду, форме, состоянию поверхности, цвету, виду в

изломе, вкусу и запаху выявил, что образцы с долей льняной муки более 15% характеризовались уплотненной структурой с неразвитой пористостью, выраженным горьковатым вкусом и запахом льняной муки, темным цветом. Наилучшими сенсорными характеристиками обладал образец с 10% льняной муки.

Анализ полученных данных выявил наилучший по качественным характеристикам образец галет № 4 с соотношением 45:45:10, соответственно, муки кукурузной, рисовой и льняной.

Определена дозировка семян пажитника, которые вносили при замешивании теста. Качество готовых изделий оценивали через 4 часа после выпечки. Анализ результатов показал, что образцы с количеством пажитника 2,5%, 5% и 7,5% от массы муки имеют наилучшие вкусовые показатели качества.

Включение в состав рецептуры семян пажитника придает продукту приятный ореховый привкус и аромат. При увеличении дозы внесения до 10% наблюдалось изменение внешнего вида галет, поверхность становилась шероховатой, вид в изломе недостаточно слоистый, с неравномерной пористостью, галеты приобретали горчинку и ярко выраженный запах пажитника.

Влияние семян пажитника на физико-химические показатели качества образцов приведено на рисунке 1а и 1б.

Отмечено небольшое увеличение кислотности и влажности образцов при увеличении дозы внесения семян пажитника. В среднем кислотность возросла на 0,4 градуса, влажность увеличилась на 2,3%. На основании полученных результатов выявлена целесообразность внесения семян пажитника в количестве 7,5% от общей массы муки.

В результате разработана рецептура и предложена технология производства галет простых. Тесто готовили путем смешивания мучной смеси с сухими компонентами рецептуры и дрожжевой суспензии. Подготовленные семена пажитника вносили в тесто при замесе. Замес осуществляли на лабораторной тестомесильной машине из всего сырья в течение 20–25 мин. Готовое тесто отправляли на расстойку в термостат

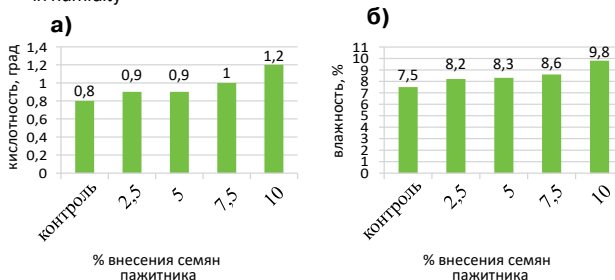
Таблица 3. Физико-химические показатели качества модельных образцов  
Table 3. Physical and chemical indicators of the quality of model samples

| Показатели качества               | Органолептические показатели |             |             |             |             |
|-----------------------------------|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                   | по ГОСТ 14032-2017           | образец 1-й | образец 2-й | образец 3-й | образец 4-й |
| Кислотность, град. (не более)     | 2,5                          | 0,8 ± 0,1   | 0,9 ± 0,1   | 0,8 ± 0,1   | 0,7 ± 0,1   |
| Массовая доля влаги, % (не более) | 11,0                         | 7,6 ± 0,2   | 7,8 ± 0,2   | 7,5 ± 0,2   | 7,3 ± 0,2   |
| Толщина, мм (не более)            | 11,0                         | 5,1 ± 0,1   | 5,3 ± 0,1   | 5,1 ± 0,1   | 5,0 ± 0,1   |
| Намокаемость, % (не менее)        | 130                          | 126,0 ± 1,1 | 123,0 ± 1,1 | 127,0 ± 1,1 | 136,0 ± 1,1 |

\*Примечание:  $p \leq 0,05$ .

Рис. 1. Влияние дозы внесения семян пажитника на физико-химические показатели галет: а) изменение кислотности, б) изменение влажности

Fig. 1. Influence of the dose of fenugreek seeds on the physical and chemical parameters of biscuits: а) change in acidity, б) change in humidity



<sup>7</sup> ГОСТ 14032-2017 Галеты. Общие технические условия.

<sup>8</sup> ГОСТ 5897-90 Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей.

<sup>9</sup> ГОСТ 21094-75 Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности.

<sup>10</sup> ГОСТ 5898-2022 Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности.

<sup>11</sup> ГОСТ 10114-80 Изделия кондитерские мучные. Метод определения намокаемости.

<sup>12</sup> МУК 4.1.2880-11 Методические указания 4.1. Методы контроля. Химические факторы. Методы определения глютена в продовольственном сырье и пищевых продуктах.

<sup>13</sup> ГОСТ 31902-2012 Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли жира.

<sup>14</sup> ГОСТ 34551-2019 Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли белка.

<sup>15</sup> ГОСТ 5903-89 Изделия кондитерские. Методы определения сахара.

<sup>16</sup> ГОСТ 34844-2022 Продукция пищевая. Определение массовой доли пищевых волокон.

<sup>17</sup> ГОСТ 26928-86 Продукты пищевые. Метод определения железа.

<sup>18</sup> Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. М.: Брандес, Медицина. 1998; 342.

Таблица 4. Пищевая ценность разработанных галет простых  
Table 4. Nutritional value of developed simple biscuits

| Наименование компонента       | Контроль   | Разработанные галеты | % удовлетворения ФСНП контроль / разработанный |
|-------------------------------|------------|----------------------|------------------------------------------------|
| Белки, г                      | 7,6 ± 1,3  | 8,9 ± 1,3            | 9,5/11,1                                       |
| Жиры, г                       | 0,8 ± 0,2  | 2,6 ± 0,2            | 1,0/3,2                                        |
| Углеводы, г                   | 69,2 ± 8,2 | 68,0 ± 8,2           | 19,7/19,4                                      |
| Пищевые волокна, г            | 2,6 ± 0,4  | 4,8 ± 0,4            | 13,0/24,0                                      |
| Калий, мг                     | 110 ± 3,1  | 311,6 ± 3,1          | 3,1/8,9                                        |
| Кальций, мг                   | 22,0 ± 1,9 | 44,2 ± 1,9           | 2,2/4,4                                        |
| Магний, мг                    | 25 ± 2,1   | 111,0 ± 12,1         | 5,9/26,4                                       |
| Железо, мкг                   | 3,0 ± 0,2  | 5,7 ± 0,2            | 0,3/0,5                                        |
| Энергетическая ценность, ккал | 314–315    | 339–340              | 16/17                                          |

Таблица 5. Рекомендуемые требования и фактические значения показателей качества галет  
Table 5. Recommended requirements and actual values of quality indicators of biscuits

| Наименование показателя                  | Рекомендуемые                | Фактически  |
|------------------------------------------|------------------------------|-------------|
| Содержание глютена, мг / 1 кг (не более) | 20,0                         | 0,7 ± 0,1   |
| Содержание магния, мг / 100 г            | не менее 63,0 — не более 126 | 111,0 ± 1,0 |
| Содержание пищевых волокон, г / 100 г    | не менее 3,0 — не более 10   | 4,8 ± 0,1   |

при температуре 27–32 °С в течение 120 мин., потом делили на куски и раскатывали в пласт толщиной не более 10 мм, затем формовали в виде изделий квадратной формы, делали на поверхности наколы (чтобы избежать появления разрывов и пузырей на поверхности готовых изделий) и укладывали на листы для выпечки. Изделия выпекали в течение 7–12 мин. при температуре 210–220 °С. Выпеченные галеты охлаждали.

<sup>19</sup> Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. 2021; 72.  
<sup>20</sup> ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки (утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 881). 2011; 29.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.  
Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу.  
Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Рассчитаны пищевая ценность галет на основе безглютеновой мучной смеси с внесением 7,5% семян пажитника и процент удовлетворения средней суточной нормы потребления в основных пищевых веществах (табл. 4)<sup>19</sup>.

Согласно ТР ТС 022/2011<sup>20</sup> (Приложение 2) разработанные изделия специализированного назначения можно позиционировать как продукт функциональной направленности благодаря высокому содержанию пищевых волокон и магния, так как их доля составляет более 15% от суточной нормы употребления в данных пищевых веществах.

В качестве дополнительных показателей выделено содержание глютена, пищевых волокон и магния, при этом показателем (для цели идентификации функциональной направленности) является содержание пищевых волокон и магния. Рекомендуемые физико-химические показатели качества и фактические значения разработанных галет представлены в таблице 5.

### Выводы/Conclusions

Экспериментально обосновано соотношение кукурузной, рисовой льняной муки и семян пажитника в рецептуре простых галет без пшеничной муки. Подобранные соотношения позволяют получить изделия специализированного назначения с хорошими сенсорными характеристиками и добавленной пищевой ценностью. Разработанные галеты можно позиционировать как продукт функциональной направленности благодаря высокому содержанию пищевых волокон и магния, доля которых превышает 15% от суточной нормы употребления.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work.  
The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.  
The authors declare no conflict of interest.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Šmídová Z., Rysová J. Gluten-Free Bread and Bakery Products Technology. *Foods*. 2022; 11(3): 480. <https://doi.org/10.3390/foods11030480>
- Резниченко И.Ю., Акопьян Г.С., Маркасова Е.Н., Галахова Я.В. Исследование потребительских критериев выбора хлеба. *АПК России*. 2022; 29(3): 386–391. <https://doi.org/10.55934/2587-8824-2022-29-3-386-391>
- Skendi A., Papageorgiou M., Varzakas T. High Protein Substitutes for Gluten in Gluten-Free Bread. *Foods*. 2021; 10(9): 1997. <https://doi.org/10.3390/foods10091997>
- Созаева Д.Р. Разработка технологии производства галет, обогащенных пищевыми волокнами. *Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова*. 2022; (4): 122–129. <https://doi.org/10.55196/2411-3492-2022-4-38-122-129>
- Корячкина С.Я., Лазарева Т.Н., Жаркова И.М., Густинович В.Г. О перспективности применения тонкодисперсных растительных порошков в технологии галет повышенной антиоксидантной активности. *Хлебопечение России*. 2018; (1): 26–29. <https://elibrary.ru/yvomsn>
- Жаркова И.М., Корячкина С.Я., Росляков Ю.Ф., Густинович В.Г., Казиминова Ю.К., Литвяк В.В. Особенности технологии и направления совершенствования ассортимента крекера и галет. *Проблемы развития АПК региона*. 2020; (1): 182–193. <https://elibrary.ru/kuykas>
- Di Cairano M., Galgano F., Tolve R., Caruso M.C., Condelli N. Focus on gluten free biscuits: Ingredients and issues. *Trends in Food Science & Technology*. 2018; 81: 203–212. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.09.006>
- Aguiar E.V., Santos F.G., Centeno A.C.L.S., Capriles V.D. Influence of pseudocereals on gluten-free bread quality: A study integrating dough rheology, bread physical properties and acceptability. *Food Research International*. 2021; 150: 110762. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110762>

### REFERENCES

- Šmídová Z., Rysová J. Gluten-Free Bread and Bakery Products Technology. *Foods*. 2022; 11(3): 480. <https://doi.org/10.3390/foods11030480>
- Reznichenko I.Yu., Akopyan G.S., Markasova E.N., Galakhova Ya.V. Research of consumer bread selection criteria. *AGRO-industrial complex of Russia*. 2022; 29(3): 386–391 (In Russian). <https://doi.org/10.55934/2587-8824-2022-29-3-386-391>
- Skendi A., Papageorgiou M., Varzakas T. High Protein Substitutes for Gluten in Gluten-Free Bread. *Foods*. 2021; 10(9): 1997. <https://doi.org/10.3390/foods10091997>
- Sozaeva D.R. Development of technology for the production of biscuits enriched with dietary fibers. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2022; (4): 122–129 (In Russian). <https://doi.org/10.55196/2411-3492-2022-4-38-122-129>
- Koryachkina S.Ya., Lasareva T.N., Zharkova I.M., Gustinovich V.G. About prospects of finely divided plant powders application in production technology of hardbiscuits with heightened antioxidative activity. *Baking in Russia*. 2018; (1): 26–29 (In Russian). <https://elibrary.ru/yvomsn>
- Zharkova I.M., Koryachkina S.Ya., Roslyakov Yu.F., Gustinovich V.G., Kazimirova Yu.K., Litvyak V.V. Peculiarity of technology and directions of improvement of the range of crackers and hard biscuits. *Development Problems of Regional Agro-Industrial Complex*. 2020; (1): 182–193 (In Russian). <https://elibrary.ru/kuykas>
- Di Cairano M., Galgano F., Tolve R., Caruso M.C., Condelli N. Focus on gluten free biscuits: Ingredients and issues. *Trends in Food Science & Technology*. 2018; 81: 203–212. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.09.006>
- Aguiar E.V., Santos F.G., Centeno A.C.L.S., Capriles V.D. Influence of pseudocereals on gluten-free bread quality: A study integrating dough rheology, bread physical properties and acceptability. *Food Research International*. 2021; 150: 110762. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110762>

9. Bender D., Schönlechner R. Innovative approaches towards improved gluten-free bread properties. *Journal of Cereal Science*. 2020; 91: 102904. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102904>
10. Gambuś H. et al. Quality of gluten-free supplemented cakes and biscuits. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2009; 60(s4): 31–50. <https://doi.org/10.1080/09637480802375523>
11. Cervini M., Frustace A., Garrido G.D., Rocchetti G., Giuberti G. Nutritional, physical and sensory characteristics of gluten-free biscuits incorporated with a novel resistant starch ingredient. *Heliyon*. 2021; 7(3): e06562. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06562>
12. Célia J.A., Resende O., de Lima M.S., Correia J.S., de Oliveira K.B., Takeuchi K.P. Technological properties of gluten-free biscuits from sorghum flour granifero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Food Science and Technology*. 2022; 42: e29222. <https://doi.org/10.1590/fst.29222>
13. Giuberti G., Bresciani A., Cervini M., Frustace A., Marti A. *Moringa oleifera* L. leaf powder as ingredient in gluten-free biscuits: nutritional and physicochemical characteristics. *European Food Research and Technology*. 2021; 247(3): 687–694. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03656-z>
14. Torabi S., Mohtarami F., Dabbagh Mazhary M.R. The influence of acorn flour on physico-chemical and sensory properties of gluten free biscuits. *Iranian Journal of Food Science and Technology*. 2020; 16(97): 171–181 (на перс. яз.).
15. Saeed S.M.G., Ali S.A., Faheem K., Ali R., Giuffrè A.M. The Impact of Innovative Plant Sources (*Cordia myxa* L. Fruit (Assyrian Plum) and *Phoenix dactylifera* L. Biowaste (Date Pit)) on the Physicochemical, Microstructural, Nutritional, and Sensorial Properties of Gluten-Free Biscuits. *Foods*. 2022; 11(15): 2346. <https://doi.org/10.3390/foods11152346>
16. Резниченко И.Ю., Бороудин Д.М., Пикулина Н.С. Разработка рецептуры и оценка качества безглютенового мучного изделия. *Ползуновский вестник*. 2020; (2): 82–86. <https://elibrary.ru/hbncqv>
17. Сапаркльчева С.Е., Кругликова Н.Н. Минеральный состав пажитника греческого (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Молодежь и наука*. 2019; (2): 39. <https://elibrary.ru/jzjavy>
18. Paramesha M., Priyanka N., Crassina K., Shetty N.P. Evaluation of diosgenin content from eleven different Indian varieties of fenugreek and fenugreek leaf powder fortified bread. *Journal of Food Science and Technology*. 2021; 58(12): 4746–4754. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-04967-z>
19. Man S.M. et al. Influence of Fenugreek Flour (*Trigonella foenum-graecum* L.) Addition on the Technofunctional Properties of Dark Wheat Flour. *Journal of Food Quality*. 2019; 2019: 8635806. <https://doi.org/10.1155/2019/8635806>
20. Алхамова Г.К., Андросова Н.В., Акулова Е.А., Боган В.И. Хлебобулочные изделия специального назначения с использованием семян пажитника, черного тмина и стевии. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии*. 2018; 6(4): 34–41. <https://doi.org/10.14529/food180405>
21. Chaubey P.S., Somani G., Kanchan D., Sathaye S., Varakumar S., Singhal R.S. Evaluation of debittered and germinated fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.) seed flour on the chemical characteristics, biological activities, and sensory profile of fortified bread. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2018; 42(1): e13395. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13395>
22. Конева С.И., Егорова Е.Ю., Козубаева Л.А., Резниченко И.Ю. Влияние льняной муки на реологические свойства теста из смеси пшеничной и льняной муки и качество хлеба. *Техника и технология пищевых производств*. 2019; 49(1): 85–96. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-1-85-96>
23. Егушова Е.А., Резниченко И.Ю., Захаренко М.А. Обоснование состава и технологии производства аглютеновых хлебцев. *АПК России*. 2023; 30(2): 268–274. <https://elibrary.ru/gxmrvj>
9. Bender D., Schönlechner R. Innovative approaches towards improved gluten-free bread properties. *Journal of Cereal Science*. 2020; 91: 102904. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102904>
10. Gambuś H. et al. Quality of gluten-free supplemented cakes and biscuits. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2009; 60(s4): 31–50. <https://doi.org/10.1080/09637480802375523>
11. Cervini M., Frustace A., Garrido G.D., Rocchetti G., Giuberti G. Nutritional, physical and sensory characteristics of gluten-free biscuits incorporated with a novel resistant starch ingredient. *Heliyon*. 2021; 7(3): e06562. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06562>
12. Célia J.A., Resende O., de Lima M.S., Correia J.S., de Oliveira K.B., Takeuchi K.P. Technological properties of gluten-free biscuits from sorghum flour granifero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Food Science and Technology*. 2022; 42: e29222. <https://doi.org/10.1590/fst.29222>
13. Giuberti G., Bresciani A., Cervini M., Frustace A., Marti A. *Moringa oleifera* L. leaf powder as ingredient in gluten-free biscuits: nutritional and physicochemical characteristics. *European Food Research and Technology*. 2021; 247(3): 687–694. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03656-z>
14. Torabi S., Mohtarami F., Dabbagh Mazhary M.R. The influence of acorn flour on physico-chemical and sensory properties of gluten free biscuits. *Iranian Journal of Food Science and Technology*. 2020; 16(97): 171–181 (In Iranian).
15. Saeed S.M.G., Ali S.A., Faheem K., Ali R., Giuffrè A.M. The Impact of Innovative Plant Sources (*Cordia myxa* L. Fruit (Assyrian Plum) and *Phoenix dactylifera* L. Biowaste (Date Pit)) on the Physicochemical, Microstructural, Nutritional, and Sensorial Properties of Gluten-Free Biscuits. *Foods*. 2022; 11(15): 2346. <https://doi.org/10.3390/foods11152346>
16. Reznichenko I.Yu., Borodulin D.M., Pikulina N.S. Formulation development and quality assessment of gluten-free flour products. *Polzunovskiy vestnik*. 2020; (2): 82–86 (In Russian). <https://elibrary.ru/hbncqv>
17. Saparklycheva S.E., Kruglikova N.N. The mineral composition of fenugreek Greek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Molodezh' i nauka*. 2019; (2): 39 (In Russian). <https://elibrary.ru/jzjavy>
18. Paramesha M., Priyanka N., Crassina K., Shetty N.P. Evaluation of diosgenin content from eleven different Indian varieties of fenugreek and fenugreek leaf powder fortified bread. *Journal of Food Science and Technology*. 2021; 58(12): 4746–4754. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-04967-z>
19. Man S.M. et al. Influence of Fenugreek Flour (*Trigonella foenum-graecum* L.) Addition on the Technofunctional Properties of Dark Wheat Flour. *Journal of Food Quality*. 2019; 2019: 8635806. <https://doi.org/10.1155/2019/8635806>
20. Alkhamova G.K., Androsova N.V., Akulova E.A., Bogan V.I. Special-purpose bakery products with trigonella, black cumin and stevioside seeds. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnologies*. 2018; 6(4): 34–41 (In Russian). <https://doi.org/10.14529/food180405>
21. Chaubey P.S., Somani G., Kanchan D., Sathaye S., Varakumar S., Singhal R.S. Evaluation of debittered and germinated fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.) seed flour on the chemical characteristics, biological activities, and sensory profile of fortified bread. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2018; 42(1): e13395. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13395>
22. Koneva S.I., Egorova E.Yu., Kozubaeva L.A., Reznichenko I.Yu. The Effect of Flaxseed Flour on the Rheological Properties of Dough Made of Flaxseed and Wheat Flour and Bread Quality. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2019; 49(1): 85–96 (In Russian). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-1-85-96>
23. Egushova E.A., Reznichenko I.Yu., Zakharenko M.A. Justification of the composition and technology of gluten-free bread production. *AGRO-industrial complex of Russia*. 2023; 30(2): 268–274 (In Russian). <https://elibrary.ru/gxmrvj>

## ОБ АВТОРАХ

**Ирина Юрьевна Резниченко,**  
доктор технических наук, профессор кафедры  
биотехнологий и производства продуктов питания  
[irina.reznichenko@gmail.com](mailto:irina.reznichenko@gmail.com)

**Елена Анатольевна Егушова,**  
кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой  
биотехнологий и производства продуктов питания  
[egushova@mail.ru](mailto:egushova@mail.ru)

**Мария Анатольевна Захаренко,**  
кандидат технических наук, доцент кафедры биотехнологий  
и производства продуктов питания  
[mariya\\_zakharenko@mail.ru](mailto:mariya_zakharenko@mail.ru)

Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия,  
ул. Марковцева, 5, Кемерово, 650056, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

**Irina Yuryevna Reznichenko,**  
Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department  
of Biotechnology and Food Production  
[irina.reznichenko@gmail.com](mailto:irina.reznichenko@gmail.com)

**Elena Anatolievna Egushova,**  
Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Head  
of the Department of Biotechnology and Food Production  
[egushova@mail.ru](mailto:egushova@mail.ru)

**Mariya Anatolievna Zakharenko,**  
Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of  
the Department of Biotechnology and Food Production  
[mariya\\_zakharenko@mail.ru](mailto:mariya_zakharenko@mail.ru)

Kuzbass State Agricultural Academy,  
5 Markovtsev Str., Kemerovo, 650056, Russia