

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-2-130-142>

УДК 664.664

© 2024



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

## Совершенствование технологии безглютенового хлеба из композитных смесей муки

Александра И. Соловьева\*, Дарья А. Брагина, Юлия В. Ушакова,  
Гульсара Е. Рысмухамбетова

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики,  
биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»; пр-кт им. Петра Столыпина,  
зд. 4, стр. 3, г. Саратов, 410012, Российская Федерация

**Аннотация.** В данной работе представлены исследования по разработке технологии хлеба из безглютеновых композитных смесей: № 1 из смеси рисовой и льняной муки (70:30), № 2 из льняной и кукурузной муки (50:50) и № 3 из тыквенной и кукурузной муки (50:50). Проведенный социологический опрос показал, что потенциальные потребители заинтересованы в расширении линейки безглютеновых продуктов питания в Саратовской области. Определены следующие технологические параметры производства безглютенового хлеба: продолжительность расстойки – 100 минут, температура в камере 35°C и относительная влажность воздуха 40%. Выпечка хлеба производилась в течение 9 минут при 200°C и 35 минут при 180°C с относительной влажностью в рабочей камере 40%. Физико-химические исследования показали, что содержание влаги в трех образцах безглютенового хлеба превышало в 1,17 раз норму (46,0) по сравнению с контролем. В свою очередь, кислотность мякиша образцов находилась в диапазоне 5,5–7,2 град. соответственно, что превышало норму. Пористость мякиша у разработанных образцов 65,22–68,03% соответственно, при этом менее 68% объясняется использованием безглютеновых смесей, которые неспособны образовывать упругий эластичный каркас у изделий. Разработанный безглютеновый хлеб по содержанию КМАФАнМ, бактерий группы кишечных палочек, *Staphylococcus aureus*, бактерий рода *Proteus*, плесневых грибов и патогенных микроорганизмов, в том числе *Salmonella*, соответствует ТР ТС 021/2011.

В результате исследований был выбран образец № 3 из тыквенной и кукурузной муки (50:50), который по совокупным физико-химическим и органолептическим характеристикам имел высокие показатели. Выбранный образец обладал формоустойчивостью, приятным вкусом, ароматом и пропеченным мякишем.

**Ключевые слова:** безглютеновый хлеб, глютен, целиакия, композитные смеси муки, рисовая мука, кукурузная мука, льняная мука, тыквенная мука

### Благодарности

*Работа выполнена при поддержке гранта Фонда содействия инновациям, предоставленного в рамках программы «Студенческий стартап» федерального проекта «Платформа университетского технологического предпринимательства» (Договор (соглашение) № 1708ГССС15-L/88390)*

*Для цитирования:* Соловьева А.И., Брагина Д.А., Ушакова Ю.В. и др. Совершенствование технологии безглютенового хлеба из композитных смесей муки. Новые технологии / New technologies. 2024; 20(2):<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-2-130-142>

## Improving the technology of gluten-free bread from composite flour mixtures

Aleksandra I. Soloveva\*, Daria A. Bragina, Yulia V. Ushakova,  
Gulsara Y. Rysmukhambetova

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov»,  
4 Peter Stolypin prospect, building 4, house 3, Saratov, 410012, the Russian Federation*

**Abstract.** The article presents the research on the development of bread technology from gluten-free composite mixtures: No. 1 from a mixture of rice and flax flour (70: 30), No. 2 from flax and corn flour (50: 50) and No. 3 from pumpkin and corn flour (50: 50). A sociological survey conducted has shown that potential consumers are interested in expanding the line of gluten-free food products in the Saratov region. The following technological parameters for the production of gluten-free bread were determined: proofing time – 100 minutes, chamber temperature 35°C and relative air humidity 40%. The bread was baked for 9 minutes at 200°C and 35 minutes at 180°C with a relative humidity in the working chamber of 40%. Physico-chemical studies showed that the moisture content in three samples of gluten-free bread was 1.17 times higher than the norm (46.0) compared to the control. In turn, the acidity of the sample crumb was in the range of 5.5–7.2 degrees, respectively, which exceeded the norm. The crumb porosity of the developed samples was 65.22–68.03%, respectively, while less than 68% was explained by the use of gluten-free mixtures, which were unable to form an elastic elastic frame in the products. The developed gluten-free bread contained QMAFAnM, coliform bacteria, *Staphylococcus aureus*, bacteria of the genus *Proteus*, mold fungi and pathogenic microorganisms, including *Salmonella*, and complies with TR CU 021/2011.

As a result of the research, sample No. 3 was selected from pumpkin and corn flour (50: 50), which had high performance in terms of overall physicochemical and organoleptic characteristics. The selected sample had dimensional stability, pleasant taste, aroma and baked crumb.

**Keywords:** gluten-free bread, gluten, celiac disease, composite flour mixtures, rice flour, corn flour, flaxseed flour, pumpkin flour

### Acknowledgments

*The work was carried out with the support of a grant from the Innovation Promotion Fund provided within the framework of the «Student Startup» program of the federal project «University Technological Entrepreneurship Platform» (Contract (agreement) No. 1708ГССС15-L/88390)*

**For citation:** Solovyova A.I., Bragina D.A., Ushakova Yu.V. et al. Improving the technology of gluten-free bread from composite composite flour mixtures. *Novye tehnologii / New technologies*. 2024; 20(2):<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-2-130-142>

**Введение.** В настоящее время актуальной задачей государства является сохранение и поддержание здоровья населения. Для реализации поставленных задач были приняты Распоряжение Правительства РФ об утверждении плана мероприятий по реализации «Стратегии повышения качества пищевой продукции в РФ до 2030 года» и развивающая ее положение «Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации» [10, 15].

Вследствие этого стремительно возрастает необходимость в производстве специализированных продуктов питания, которые отвечают современным требованиям качества, в том числе продуктов свободных от определенных ингредиентов. Для людей, страдающих различными видами пищевой непереносимости и / или аллергий.

К видам пищевой непереносимости можно отнести целиакию или глютеную энтеропатию. Данное заболевание передается по наследству и связано с непереносимостью глютена – белкового компонента клейковины злаков, который вызывает в организме широкий спектр патологических изменений [1, 2]. Поскольку глютен содержится в пшенице, ржи и ячмене, то люди, страдающие целиакией, вынуждены полностью ограничивать употребление любых изделий из этих видов злаков (хлеба, макаронных изделий и т. д.) [7]. В связи с вышесказанным разработка безглютенового хлеба специализированного назначения является актуальной задачей [11].

**Целью** данной работы являлось совершенствование технологии безглютенового хлеба из композитных смесей муки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач, а именно:

1. Обосновать необходимость разработки безглютеновых продуктов с помощью социологического опроса;

2. Оптимизировать технологию хлеба из безглютеновых видов муки для людей, страдающих целиакией;

3. Определить органолептические показатели опытных образцов;

4. Определить физико–химические показатели опытных образцов;

5. Определить микробиологические показатели опытных образцов;

6. Рассчитать пищевую и энергетическую ценность исследуемых образцов безглютенового хлеба.

7. Рассчитать уровень глютена исследуемых образцов безглютенового хлеба.

#### **Методы исследования:**

Социологическое исследование проводили по общепринятой методике [5].

Органолептические исследования проводили по ГОСТ 5667–65.

Кислотность хлеба определяли по ГОСТ 5670–96.

Содержание влаги определяли по ГОСТ 21094–75.

Пористость определяли по ГОСТ 5669–96.

Микробиологические показатели определяли по ГОСТ 10444,15–94, ГОСТ 31747–2012, ГОСТ 31746–2012, ГОСТ 28560–90, ГОСТ 10444.12–2013, ГОСТ 31659–2012.

Пищевую и энергетическую ценности определяли с помощью данных химического состава российских пищевых продуктов [14].

**Результаты исследований.** Нами был проведен социологический опрос в городе Саратове совместно с фондом «Александра Невского» с участием 52 семей с особыми детьми, в ходе которого было установлено, что 1/3 детей страдают таким заболеванием, как целиакия. В результате анкетирования был выделен ряд вопросов, из которых наиболее актуальными являются следующие: «Знакомы ли Вы с продуктами под марки-

ровкой «Gluten free»?», «Употребляете ли Вы безглютеновые продукты питания?», «Заинтересованы ли Вы в расширении линейки безглютеновых продуктов питания?»

В ходе проведенного опроса выяснилось, что 67% опрошенных респондентов не знали о безглютеновых продуктах питания, 83% опрошенных семей не употребляют безглютеновые продукты питания, однако все опрошенные респонденты ответили, что заинтересованы в расширении линейки безглютеновых продуктов питания, а также имеют необходимость в потреблении безглютеновых изделий.

В процессе разработки безглютенового хлеба нами были использованы такие виды муки, как рисовая, льняная, кукурузная, тыквенная и из псиллиума. Используемые виды муки богаты различными витаминами (А, Е, В<sub>1</sub>), минеральными веществами (К, Са, Fe, Mg) и полиненасыщенными жирными кислотами (пальмитиновая, стеариновая, линолевая и линоленовая) [16].

Обоснованием использования льняной муки для диетического и специализированного питания являлась уникальность химического состава, а именно значительное содержание растительных белков, полиненасыщенных жирных кислот (пальмитиновая, стеариновая, линолевая и линоленовая), а также витаминов (А, Е, В<sub>1</sub>) [8].

В свою очередь, кукурузная мука способствует нормализации кровообращения, укреплению сердечно-сосудистой системы, а также выводит из организма жировые накопления.

Введённая в состав разработанного хлеба рисовая мука лучше других усваивается организмом человека, поэтому ее относят к диетическим продуктам. Мука из семян тыквы нормализует обмен веществ, стимулирует иммунитет, улучшает функционирование сердечно-сосудистой системы, повышает умственную и физическую работоспособность [3]. Кроме того, в рецептуре хлеба был использован псиллиум – пищевые волокна из наружной оболочки семян подорожника овального,

который является балластным веществом, нормализующим моторику кишечника [6].

При разработке образцов хлеба из композитных смесей муки за контроль была взята технология пшеничного хлеба, а за прототип – безглютеновый хлеб из рисовой муки с добавлением псиллиума ФГАНУ НИИХП [9].

В процессе эксперимента были приготовлены 8 опытных образцов безглютенового хлеба из рисовой муки с добавлением псиллиума ФГАНУ НИИХП со следующими изменениями: компонентный состав, продолжительность, температура и влажность при расстойке и выпекании изделий (табл. 1).

В ходе исследований опытных образцов хлеба на рисовой муке был отобран образец № 8, так как он обладал высокими органолептическими показателями. Для данного образца были подобраны следующие технологические параметры производства: продолжительность первой расстойки – 40 минут, затем второй – 60 минут, при температуре в камере 35°C и относительной влажности воздуха 40%. Выпечка хлеба производилась вначале в течение 9 минут при 200°C и далее 35 минут при 180°C с относительной влажностью в рабочей камере 40%.

После определения соотношения разведения полуфабриката рисовой закваски с водой и подбора технологических параметров для хлеба из рисовой муки нами была заменена рисовая мука на композитные смеси (ранее изученные на приборе Миксолаб): № 1 из смеси рисовой и льняной муки (70:30), № 2 из льняной и кукурузной муки (50:50) и № 3 из тыквенной и кукурузной муки (50:50) [4].

В процессе эксперимента было приготовлено 5 образцов из каждой композитной смеси с продолжительностью первой расстойки в диапазоне от 40 до 100 мин. и сокращением продолжительности второй расстойки от 60 мин. до ее исключения, так как было установлено, что во время второй расстойки тесто переброжало (табл. 1).

Таблица 1

Матрица эксперимента производства безглютенового хлеба из композитных смесей

Table 1

Experiment matrix for the production of gluten-free bread from composite mixtures

|                                     | Конт-роль | Прото-тип | Рисовый хлеб                                                             |     |     |     |     |     |     |      | Композитная смесь |    |     |    |     |     |    |     |    |     |     |    |     |    |     |     |    |  |
|-------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------------------|----|-----|----|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|----|--|
|                                     |           |           | I                                                                        | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | № 1               |    |     |    |     | № 2 |    |     |    |     | № 3 |    |     |    |     |     |    |  |
|                                     |           |           |                                                                          |     |     |     |     |     |     |      | I                 | II | III | IV | V   | I   | II | III | IV | V   | I   | II | III | IV | V   |     |    |  |
|                                     |           |           | Соотношение муки, %<br>Flour ratio, %                                    |     |     |     |     |     |     |      |                   |    |     |    |     |     |    |     |    |     |     |    |     |    |     |     |    |  |
| Пшеничная мука                      | 100       | –         | –                                                                        | –   | –   | –   | –   | –   | –   | –    | –                 | –  | –   | –  | –   | –   | –  | –   | –  | –   | –   | –  | –   | –  | –   | –   | –  |  |
| Рисовая мука                        | –         | 100       | 100                                                                      | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100  | 70                | 70 | 70  | 70 | 70  | 70  | –  | –   | –  | –   | –   | –  | –   | –  | –   | –   | –  |  |
| Льняная мука                        | –         | –         | –                                                                        | –   | –   | –   | –   | –   | –   | –    | 30                | 30 | 30  | 30 | 30  | 30  | 50 | 50  | 50 | 50  | 50  | 50 | 50  | 50 | 50  | 50  | 50 |  |
| Кукурузная мука                     | –         | –         | –                                                                        | –   | –   | –   | –   | –   | –   | –    | –                 | –  | –   | –  | –   | –   | 50 | 50  | 50 | 50  | 50  | 50 | 50  | 50 | 50  | 50  | 50 |  |
| Тыквенная мука                      | –         | –         | –                                                                        | –   | –   | –   | –   | –   | –   | –    | –                 | –  | –   | –  | –   | –   | –  | –   | –  | –   | –   | 50 | 50  | 50 | 50  | 50  | 50 |  |
|                                     |           |           | Соотношение жидкости, %<br>Liquid ratio                                  |     |     |     |     |     |     |      |                   |    |     |    |     |     |    |     |    |     |     |    |     |    |     |     |    |  |
| Рисовая закваска                    | –         | 100       | 100                                                                      | 100 | 29  | 29  | 29  | 29  | 29  | 29   | 29                | 29 | 29  | 29 | 29  | 29  | 29 | 29  | 29 | 29  | 29  | 29 | 29  | 29 | 29  | 29  | 29 |  |
| Вода                                | 100       | –         | –                                                                        | –   | 71  | 71  | 71  | 71  | 71  | 71   | 71                | 71 | 71  | 71 | 71  | 71  | 71 | 71  | 71 | 71  | 71  | 71 | 71  | 71 | 71  | 71  | 71 |  |
|                                     |           |           | Технологические параметры (режимы):<br>Technological parameters (modes): |     |     |     |     |     |     |      |                   |    |     |    |     |     |    |     |    |     |     |    |     |    |     |     |    |  |
| Продолжительность 1 расстойки, мин. | 60-90     | 40        | 40                                                                       | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40   | 40                | 40 | 60  | 80 | 100 | 120 | 40 | 60  | 80 | 100 | 120 | 40 | 60  | 80 | 100 | 120 |    |  |

[illegible]

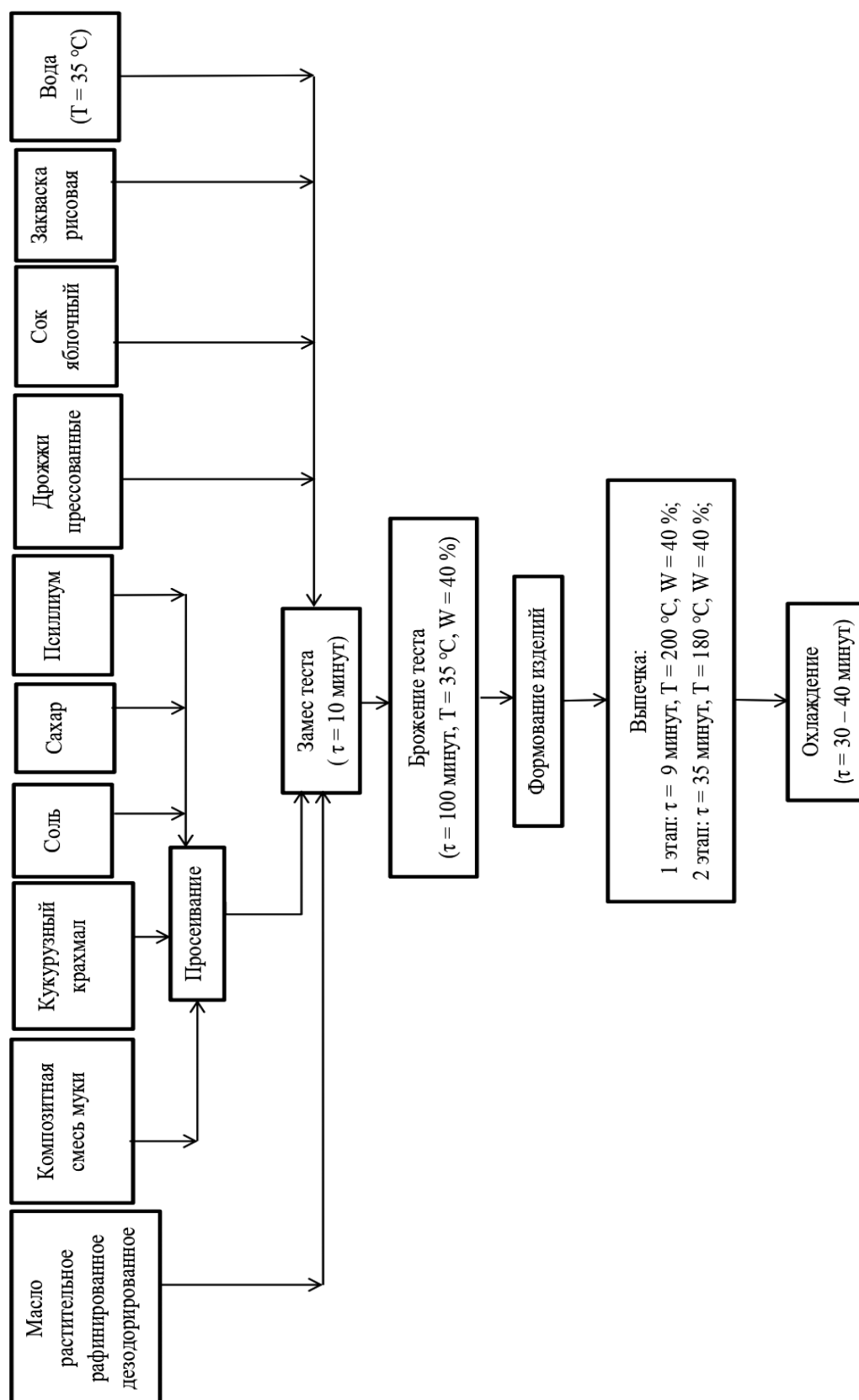


Рис. 1. Технологическая схема производства безглютенового хлеба из композитных смесей муки

Fig. 1. Technological scheme for the production of gluten-free bread from composite flour mixtures

В результате были подобраны следующие параметры производства (IV режим): продолжительность первой расстойки – 100 минут, при температуре в камере 35°C и относительной влажности воздуха 40%. Выпечка хлеба производилась вначале в течение 9 минут при 200°C и далее 35 минут при 180°C с относительной влажностью в рабочей камере 40%, отражена на рисунке 1. Далее для удобства образцы нумеровали по номеру композитной смеси.

В ходе проведения органолептических исследований было выявлено, что образец № 3 обладал характеристиками наиболее приближенными к пшеничному хлебу, а образцы № 1, 2 имели приятный привкус льняной муки.

В таблице 2 представлены физико-химические исследования опытных образцов хлеба. Проведенные исследования показали, что содержание влаги в трех образцах

безглютенового хлеба превышало в 1,17% норму (46,0) по сравнению с контролем. Это объясняется использованием в рецептуре композитных смесей безглютеновой муки и большого количества жидкости (воды и сока яблочного). Кислотность мякиша образцов составляла 5,8 град., 5,5 град., 7,2 град. соответственно, что превышало норму по ГОСТ Р 58233–2018 на 3 град. Это связано как с химическим составом сырья, так и консорциумом микроорганизмов рисовой закваски. Пористость мякиша у разработанных образцов составляла 65,22%, 65,33% и 68,03% соответственно, при этом менее 68% объясняется использованием безглютеновых смесей, которые неспособны образовывать упругий эластичный каркас у изделий. Исходя из данных таблицы видно, что содержание глина в разработанных образцах менее 20 мг/кг, что соответствует норме ТР ТС 027 / 2012 [13].

Таблица 2

Физико–химические показатели разработанных образцов безглютенового хлеба

Table 2

Physico-chemical parameters of the developed gluten-free bread samples

| Наименование показателей            | ГОСТ Р 58233–2018 | Образец № 1 (рисовая : льняная мука) | Образец № 2 (льняная : кукурузная мука) | Образец № 3 (кукурузная : тыквенная мука) |
|-------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|
| Влажность мякиша, %, не более       | 46,00 ± 0,05      | 57,00 ± 0,05                         | 56,5 ± 0,05                             | 48,00 ± 0,05                              |
| Кислотность мякиша, град., не более | 3,00 ± 0,05       | 5,8 ± 0,05                           | 5,5 ± 0,05                              | 7,2 ± 0,05                                |
| Пористость мякиша, %, не менее      | 68,00 ± 0,05      | 65,22 ± 0,05                         | 65,33 ± 0,05                            | 68,03 ± 0,05                              |
| ТР ТС 027 / 2012                    |                   |                                      |                                         |                                           |
| Содержание глютена, мг/кг           | ≤ 20              | 11,816                               | 11,797                                  | 11,36                                     |

В ходе микробиологических исследований (табл. 3) было выявлено, что разрабатываемые образцы безглютенового хлеба соответствовали нормам ТР ТС 021/2011 [12]. В образцах № 1–3 обнаружено незначительное количество мезофильных анаэробных и факультативно-анаэробных

микроорганизмов  $0,55 \cdot 10^3$ ,  $0,55 \cdot 10^3$  и  $0,35 \cdot 10^3$ , что не превышает норму соответственно. Бактерии группы кишечных палочек, *Staphylococcus aureus*, бактерии рода *Proteus*, плесневые грибы и патогенные микроорганизмы, в том числе *Salmonella*, обнаружены не были.

Таблица 3

Микробиологические показатели безглютенового хлеба

Table 3

Microbiological indicators of gluten-free bread

| Наименование показателя, ед. измерения                                   | Нормы по ТР ТС 021/2011 | Результат испытания (измерения) |                   |                   |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|
|                                                                          |                         | Образец № 1                     | Образец № 2       | Образец № 3       |
| КМАФАнМ, КОЕ/г                                                           | Не более $1 \cdot 10^3$ | $0,55 \cdot 10^3$               | $0,55 \cdot 10^3$ | $0,35 \cdot 10^3$ |
| БГКП, колиформы                                                          | Не допускаются в 1,0 г  | н.о.*                           | н.о.*             | н.о.*             |
| <i>Staphylococcus aureus</i>                                             | Не допускаются в 1,0 г  | н.о.*                           | н.о.*             | н.о.*             |
| <i>Proteus</i>                                                           | Не допускаются в 1,0 г  | н.о.*                           | н.о.*             | н.о.*             |
| Плесневые грибы, КОЕ/г                                                   | Не более 50             | н.о.*                           | н.о.*             | н.о.*             |
| Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы ( <i>Salmonella</i> ) | Не допускаются в 25 г   | н.о.*                           | н.о.*             | н.о.*             |

\* – не обнаружено

Как видно из данных таблицы 4, витаминно-минеральный комплекс обогащен, особенно по витаминам Е, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и В<sub>6</sub>, и такими минеральным веществам, как Са, Mg и Fe.

Таблица 4

Пищевая и энергетическая ценность безглютенового хлеба из композитных смесей муки

Table 4

Nutritional and energy value of gluten-free bread made from composite flour mixtures

| Наименование показателей | Контроль | Образец № 1 | Образец № 2 | Образец № 3 |
|--------------------------|----------|-------------|-------------|-------------|
| Белки, г                 | 7,60     | 2,90        | 2,60        | 4,30        |
| Жиры, г                  | 0,80     | 4,00        | 3,80        | 3,40        |
| Углеводы, г              | 49,20    | 22,90       | 23,70       | 23,60       |
| Пищевые волокна, г       | 2,60     | 1,30        | 1,40        | 1,60        |
| ЭЦ., ккал                | 235,00   | 149,40      | 149,60      | 151,20      |

|                     |        |        |        |        |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|
| Витамины:           |        |        |        |        |
| Е, мг               | 1,10   | 1,36   | 1,37   | 1,38   |
| РР, мг              | 2,20   | 0,68   | 0,66   | 1,73   |
| В <sub>1</sub> , мг | 0,11   | 0,13   | 0,11   | 0,66   |
| В <sub>2</sub> , мг | 0,03   | 0,03   | 0,03   | 0,40   |
| В <sub>6</sub> , мг | 0,10   | 0,04   | 0,04   | 0,30   |
| В <sub>9</sub> , мг | 22,50  | 13,93  | 13,81  | 11,11  |
| Минеральные в-ва:   |        |        |        |        |
| К, мг               | 93,00  | 72,20  | 65,00  | 42,20  |
| Mg, мг              | 14,00  | 27,70  | 22,00  | 11,70  |
| Ca, мг              | 20,00  | 24,20  | 20,60  | 10,40  |
| P, мг               | 65,00  | 54,30  | 46,60  | 28,40  |
| Na, мг              | 499,00 | 288,00 | 287,40 | 286,20 |
| Fe, мг              | 1,10   | 0,70   | 0,70   | 2,40   |

#### Выводы:

1. Обоснована необходимость разработки безглютенового хлеба на основании маркетингового исследования;
2. Разработана рецептура и технология хлеба из безглютеновых видов муки для людей, страдающих целиакией;
3. Установлено, что разработанный хлеб из безглютеновых видов муки соответствует требованиям, предъявляемым к пищевым продуктам, по органолептическим, физико-химическим, микробиологическим свойствам и пищевой ценности;
4. Уровень глютена соответствует ТР ТС 027 / 2012 не более 20 мг/кг;

Таким образом, данная разработка является актуальной в связи с высоким ростом заболеваемости целиакией. Разработанный безглютеновый хлеб соответствует органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям.

Таким образом, данная разработка является актуальной в связи с высоким ростом заболеваемости целиакией. Разработанный безглютеновый хлеб соответствует органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям.

Таким образом, данная разработка является актуальной в связи с высоким ростом заболеваемости целиакией. Разработанный безглютеновый хлеб соответствует органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Bourekoua H., Różyło R., Benatallah L. et al. Characteristics of gluten-free bread: quality improvement by the addition of starches/hydrocolloids and their combinations using a definitive screening design. Eur Food Res Technol. 2018; 244: 345-35.
2. Krupa-Kozak U., Troszyńska A., Bączek N. et al. Effect of organic calcium supplements on the technological characteristic and sensory properties of gluten-free bread. Eur Food Res Technol. 2011; 232: 497-508.
3. Poliszko N., Kowalczewski P.L., Rybicka I. et al. The effect of pumpkin flour on quality and acoustic properties of extruded corn snacks. J Consum Prot Food Saf. 2019; 14: 121-129.
4. Ушакова Ю.В., Паськова Е.М., Рысмухамбетова Г.Е. и др. Влияние состава композитных смесей с пониженным содержанием глютена на реологические свойства теста на их основе. Новые технологии. 2020; 15(4): 74-83.
5. Киселева Т. SPSS: Основы анализа социологических данных: учебное пособие. Иваново: ИГЭУ; 2008.
6. Кувандыкова Г.И., Вайскрובה Е.С. Пищевая ценность различных видов муки. Качество продукции, технологий и образования: материалы XII Международной научно-практической конференции. Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова. 2017: 115-121.

7. Кунашева Ж.М., Кодзокова М.Х. Зерновой хлеб. Новые технологии. 2019; 1: 108-116.
8. Марчевская А.А. Использование льняной муки в хлебопечении. Наука и образование: проблемы, идеи, инновации. 2020; 5(29): 20-21.
9. Парахина О.И., Кузнецова Л.И., Савкина О.А. и др. Разработка безглютеновой смеси для хлебобулочных изделий. Инновационные технологии обработки и хранения сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов. 2020: 302-308.
10. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 19.04.2017 № 738-р об утверждении плана мероприятий по реализации Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года.
11. Смирнова М.А. Новый алгоритм диагностики целиакии. Лабораторная медицина. 2002; 5: 31-38.
12. ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» от 09.12.2011 № 21/2011.
13. ТР ТС 027 / 2012 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания» от 15 июня 2012 года № 34.
14. Тутельян, В.А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания: справочник. М.: ДеЛи плюс; 2012.
15. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 21.01.2020 № 20.
16. Бисчокова Ф.А. Учебное пособие по дисциплине «Технология хлебопекарного производства» для студентов направления подготовки 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» всех форм обучения: учебное пособие. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ; 2018.

## REFERENCES:

1. Bourekoua H., Różyło R., Benatallah L. et al. Characteristics of gluten-free bread: quality improvement by the addition of stars/hydrocolloids and their combinations using a definitive screening design. *Eur Food Res Technol.* 2018; 244: 345-35.
2. Krupa-Kozak U., Troszyńska A., Bączek N. et al. Effect of organic calcium supplements on the technological characteristic and sensory properties of gluten-free bread. *Eur Food Res Technol.* 2011; 232:497-508.
3. Poliszko, N., Kowalczewski, P.Ł., Rybicka, I. et al. The effect of pumpkin flour on quality and acoustic properties of extruded corn snacks. *J Consum Prot Food Saf.* 2019; 14: 121-129.
4. Ushakova Yu.V., Paskova E.M., Rysmukhambetova G.E. et al. The influence of the composition of composite mixtures with reduced gluten content on the rheological properties of dough based on them. *New technologies.* 2020; 15(4): 74-83. (In Russ).
5. Kiseleva T. SPSS: Fundamentals of sociological data analysis: textbook. Ivanovo: ISUE; 2008. (In Russ).
6. Kuvandykova G.I., Vaiskrobova E.S. Nutritional value of different types of flour. Quality of products, technologies and education: materials of the XII International Scientific and Practical Conference. Magnitogorsk: MSTU named after G.I. Nosov. 2017: 115-121. (In Russ).
7. Kunasheva Zh.M., Kodzokova M.Kh. Grain bread. *New technologies.* 2019; 1: 108-116. (In Russ).
8. Marchevskaya A.A. Use of flaxseed flour in baking. *Science and education: problems, ideas, innovations.* 2020; 5(29): 20-21. (In Russ).

9. Parakhina O.I., Kuznetsova L.I., Savkina O.A. etc. Development of a gluten-free mixture for bakery products. Innovative technologies for processing and storing agricultural raw materials and food products. 2020: 302-308. (In Russ).

10. Order of the Government of the Russian Federation dated April 19, 2017 No. 738-r on approval of the action plan for the implementation of the Strategy for Improving the Quality of Food Products in the Russian Federation until 2030.

11. Smirnova M.A. New algorithm for diagnosing celiac disease. Laboratory medicine. 2002; 5:31-38. (In Russ).

12. TR CU 021/2011 Technical Regulations of the Customs Union «On the safety of food products» dated December 9, 2011 No. 21/2011. (In Russ).

13. TR CU 027 / 2012 Technical Regulations of the Customs Union «On the safety of certain types of specialized food products, including dietary therapeutic and dietary preventive nutrition» dated June 15, 2012 No. 34. (In Russ).

14. Tutelyan V.A. Chemical composition and calorie content of Russian food products: a reference book. M.: DeLi plus; 2012. 19.03.02

15. Doctrine of food security of the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation dated January 21, 2020 No. 20.

16. Bischokova F.A. A textbook on the discipline «Baking Production Technology» for students of the training direction 19.03.02 «Food products from plant raw materials» of all forms of education: a textbook. Nalchik: Kabardino-Balkarian State Agrarian University; 2018. (In Russ).

### **Информация об авторах / Information about the authors**

**Александра Ивановна Соловьева**, студент, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

aleksandra1351@gmail.com

тел. +7 (919) 832 89 04

**Брагина Дарья Андреевна**, студент, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

braginadara19@gmail.com

**Ушакова Юлия Валерьевна**, старший преподаватель кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

ushakovaj1990@gmail.com

**Гульсара Есенгильдиевна Рысмукхамбетова**, кандидат биологических наук,

**Aleksandra I. Soloveva**, Student, FSBEI HE «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov»

aleksandra1351@gmail.com

tel. +7 (919) 832 89 04

**Daria A. Bragina**, Student, FSBEI HE «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov»

braginadara19@gmail.com

**Yulia V. Ushakova**, Senior lecturer, the Department of Food Technology, FSBEI HE «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov»

ushakovaj1990@gmail.com

**Gulsara Y. Rysmukhambetova**, PhD (Biology), Associate Professor, the Depart-

доцент кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

gerismuh@yandex.ru

ment of Food Technologies, FSBEI HE «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov»

gerismuh@yandex.ru

#### **Заявленный вклад соавторов**

Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

#### **Claimed contribution of co-authors**

All authors of the research were directly involved in the design, execution, and analysis of the research. All authors of the article have read and approved the final version submitted.

---

Поступила в редакцию 20.03.2024; поступила после рецензирования 02.05.2024; принята к публикации 03.05.2024

Received 20.03.2024; Revised 02.05.2024; Accepted 03.05.2024