



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов плодовоовощной продукции и виноградарства (технические науки)

УДК 664.662

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.01.003

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЖАНОГО ХЛЕБА НА ЗАКВАСКАХ СПОНТАННОГО БРОЖЕНИЯ

Зенфира Альбертовна Бочкарева <sup>1</sup>, Ольга Николаевна Пчелинцева <sup>2</sup>,  
Карина Николаевна Белякова <sup>3</sup>, Сабина Кудайбергеновна Сагандыкова <sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Пензенский государственный технологический университет, Пенза, Россия

<sup>1</sup> bochkariievaz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4552-8007>

<sup>2</sup> pchelincevaon@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3395-4586>

<sup>3</sup> belyakovakarina777@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0849-7085>

<sup>4</sup> sabina.s.0016@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8740-8206>

**Аннотация.** Интерес к ржаному хлебу на заквасках активно проявляют российские производители, в основном владельцы хлебопекарных мини-производств. Для изготовления данных хлебобулочных изделий используются закваски из ржаной муки, в основном обдирной ввиду ее большей доступности. Мука ржаная цельнозерновая имеет более высокую пищевую ценность, поскольку в её составе содержатся все компоненты перемолотого зерна. Для исследования была использована технология выведения густой шестидневной ржаной закваски, состоящая из следующих стадий: 1) соединение ржаной муки и воды в соотношении 1:1, время брожения – 24 часа, температура ферментации 30–31 °С; 2) соотношение стартера, муки и воды 0,25:1:1. При равных условиях брожения закваска из обдирной муки созревает быстрее, может перекиснуть и иметь уксусный запах и более кислый вкус. Закваска на цельнозерновой муке имеет более активное брожение, но в то же время процесс усвоения питательных веществ происходит медленнее, эта закваска не перекисает, не разжижается, ее пористость выше. Исследования показателей готовых изделий показали, что хлеб из цельнозерновой муки на закваске обладает большей влажностью (49 %), кислотность составила 9,0 градусов. Хлеб из обдирной муки на закваске имеет кислотность ниже, чем кислотность ржаного цельнозернового хлеба (8,0 градусов), имеет меньшие показатели влажности (48 %). По органолептическим показателям и по пищевой ценности образцы хлеба не имеют значительных отличий. Таким образом, использование цельнозерновой муки и закваски для хлеба из данной муки влияет незначительно как на органолептические, так и физико-химические показатели, и пищевую ценность ржаного хлеба на заквасках.

**Ключевые слова:** мука ржаная цельнозерновая, мука ржаная обдирная, закваска, хлеб на закваске, сравнительная оценка.

**Для цитирования:** Сравнительная оценка показателей ржаного хлеба на заквасках спонтанного брожения / З. А. Бочкарева [и др.]. // Ползуновский вестник. 2021. № 1. С. 23–30. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.01.003.

Original article

## COMPARATIVE ASSESSMENT OF RYE BREAD ON SPONTANEOUS FERMENTATION LEAVENS

Zenfira A. Bochkareva <sup>1</sup>, Olga N. Pchelintseva <sup>2</sup>, Karina N. Belyakova <sup>3</sup>,  
Sabina K. Sagandykova <sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Penza State Technological University, Penza, Russia

<sup>1</sup> bochkariievaz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4552-8007>

<sup>2</sup> pchelincevaon@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3395-4586>

<sup>3</sup> belyakovakarina777@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0849-7085>

<sup>4</sup> sabina.s.0016@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8740-8206>

**Abstract.** Russian manufacturers, mainly owners of baking mini-industries, are actively showing interest in rye bread at starters. For the manufacture of these bakery products, starters from rye flour are used, mainly from peeled flour due to its greater availability. Wholegrain rye flour has a higher nutritional value, since it contains all the components of ground grain. For the study, the technology of growing a dense six-day rye starter was used, consisting of the following stages: 1) combining rye flour and water in a ratio of 1:1, fermentation time - 24 hour, fermentation temperature 30-31 °C; 2) the ratio of starter, flour and water 0.25: 1:1. Under equal conditions of fermentation, the sourdough from peeled flour ripens faster, can peroxide and have a vinegar smell and a more sour taste. The sourdough on whole grain flour has a more active fermentation, but at the same time the process of assimilation of nutrients is slower, this sourdough does not overoxidize, does not liquefy, its porosity is higher. Studies of indicators of finished products showed that sourdough bread made from whole grain flour has more moisture (49%), acidity was 9.0 degrees. Bread made from wholemeal flour on sourdough has an acidity lower than the acidity of rye whole grain bread (8.0 degrees), has lower moisture indicators (48%). In terms of organoleptic characteristics and nutritional value, bread samples do not differ significantly. Thus, the use of whole grain flour insignificantly affects both organoleptic and physicochemical parameters and nutritional value of rye bread with sourdough culture.

**Keywords:** wholegrain rye flour, peeled rye flour, ferment, bread on ferment, comparative assessment.

**For citation:** Bochkareva, Z. A., Pchelintseva, O. N., Belyakova, K. N. & Sagandykova, S. K. (2022). Comparative assessment of rye bread on spontaneous fermentation leavens. *Polzunovskiy vestnik*, (1), 23-30. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.01.003.

### ВВЕДЕНИЕ

Технология изготовления ржаного хлеба на заквасках – технология для улучшения качества и расширения ассортимента выпускаемой продукции с целью освоения новых видов производств, особенно в хлебопекарных мини-производствах [1, 2, 3].

С развитием средних и малых хлебопекарных производств хлебопеки все чаще возвращаются к традициям и к процессам хлебоприготовления, характеризующимся длительным периодом изготовления теста и полностью отказываются от добавления дрожжей в производстве. Задача хлебопекарных предприятий заключается не только в бесперебойном снабжении хлебом и расширении ассортимента продукции, но и в уме-

нии сочетать итоговое качество с пользой для здоровья.

Хлебопекарные мини-производства используют свою хорошо проверенную временем закваску с устоявшейся живой биологической системой, с поддержанием циклического повторения пропорций освежения, выверенных параметров влажности, температуры, времени брожения, кислотности с учётом состава муки и качества воды [2].

При спонтанном брожении закваска не всегда получается одинакового качества вследствие влияния эндогенных и экзогенных факторов. Отсюда и качество хлеба, приготовленного на такой закваске, также будет различно. По данным National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), ржаной хлеб на заквасках рекомендуется для

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЖАНОГО ХЛЕБА НА ЗАКВАСКАХ СПОНТАННОГО БРОЖЕНИЯ

здорового питания, т.к. имеет более низкий гликемический индекс, легче переваривается, содержит большое количество витаминов и минеральных веществ, т.к. закваска способствует большей биодоступности этих пищевых веществ, является источником пищевых волокон. Хлеб на заквасках обладает более выраженным вкусом и ароматом по сравнению с хлебом на дрожжах [4].

Исследование ржаных видов хлеба на заквасках с различными добавками относится к числу достаточно обсуждаемых тем, но гораздо меньше проведено исследований ржаного хлеба на цельнозерновой ржаной закваске. Пока не существует стандартизованных показателей на хлеб из цельнозерновой муки, поэтому такие виды хлеба вырабатывают в основном хлебопекарные мини-производства. Разработан проект стандарта, по которому производители смогут продавать свой хлеб как цельнозерновой, если его влажность превышает 19 %, а в составе содержится цельнозерновая и/или обойная мука [5]. Тема хлеба на заквасках продолжает изучаться и совершенствоваться.

Цель исследования – сравнительное исследование качества ржаного хлеба из цельнозерновой муки на закваске из цельнозерновой муки и ржаного хлеба из обдирной муки на закваске из обдирной муки.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования являются: мука ржаная обдирная (ГОСТ 7045-2017); мука ржаная цельнозерновая (ТУ); закваски из цельнозерновой ржаной муки и ржаной обдирной муки; хлеб из цельнозерновой ржаной муки на закваске, хлеб из ржаной обдирной муки на закваске.

Материалы и методы: определение показателей муки цельнозерновой и обдирной произведено стандартными методами; оценка физико-химических показателей хлеба: влажность мякиша (ГОСТ 21094-75), кислотность (ГОСТ 5670-96) и пористость (ГОСТ 5669-96).

Для исследования была использована технология выведения густой шестидневной ржаной закваски, состоящая из следующих стадий: 1) соединение ржаной муки и воды в соотношении 1:1, время брожения – 24 часа, температура ферментации 30–31 °С; 2) соотношение стартера, муки и воды 0,25:1:1. Температура закваски измерялась термометром, погружением в закваску не менее чем на 15–20 см на 2–3 мин. Далее каждый день операции повторяются, кормление закваски

осуществляется с погрешностью +/-1 час. На 6 день закваска переводится на двухразовое кормление, ее подкармливают еще 6–8 раз, и закваска готова. Готовая ржаная закваска имеет приятный хлебный запах. Готовая закваска используется без размещения в холодильный шкаф или может храниться в холодильном шкафу и использоваться после освежения. Для изготовления теста для хлеба закваску соединяют с водой и размешивают. Добавляют солодовый экстракт, сахар и соль. После добавления муки производят замешивание теста на лабораторной тестомесильной машине. Время расстойки теста 3–5 часов. Когда тесто поднимется, делают вторую расстойку, предварительно сформировав изделия подовые и оставляют для расстойки на 1,5 часа. Выпекают хлеб первые 10 минут при температуре 240 °С, потом открывают дверцу шкафа, выпускают жар и далее выпекают при 200–210 °С еще 30–40 минут. Потом хлеб оставляют созревать около 12 часов.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сейчас отношение к муке грубого помола изменилось в корне (и заслуженно): о ней теперь говорят в контексте здорового питания и образа жизни. Обдирная ржаная мука – самый массовый сорт муки в России. Она стоит посередине между цельнозерновой или обойной мукой и сеяной. В ней нет зародыша, содержащего масло, поэтому храниться она может очень долго, но и отрубей в ней достаточно, чтобы не быть мукой рафинированной. Обдирная ржаная мука доступна буквально везде, а также этот вид муки один из самых недорогих [6].

По данным M. Gobbetti, M. Gänzle Handbook: цельнозерновая мука (пшеничная, ржаная или их смесь) является предпочтительней для приготовления закваски вследствие наличия большого числа микроорганизмов и более высокой буферной ёмкости муки как результат большого содержания минеральных солей [7].

По органолептическим показателям образцы муки соответствуют ГОСТ 7045-2017. Мука ржаная цельнозерновая отличается более грубым помолом, цвет муки темный, с серым оттенком. Мука ржаная обдирная имеет неоднородную консистенцию, в ней хорошо заметны частички зернового эпидермиса. Ее цвет серовато-кремовый. Вкус и запах цельнозерновой и обдирной муки характерны в целом для ржаной муки, без посторонних привкусов и запахов.

Согласно анализу химического состава ржаной муки установлено, что мука ржаная цельнозерновая содержит большее количество белка, чем мука обдирная на 2 %. Количество жира муки цельнозерновой выше на 0,5 % в сравнении с содержанием жира муки ржаной обдирной. Количество углеводов муки ржаной цельнозерновой меньше на 4 %, чем количество углеводов у обдирной муки. Энергетическая ценность ржаной обдирной муки выше на 10 %, чем у ржаной цельнозерновой. Цельнозерновая ржаная мука богата большим количеством минеральных веществ, чем ржаная обдирная. Она содержит Са на 9 % больше, Mg – на 15 %, К – на 46 %, Р – на 67 %.

Мука ржаная цельнозерновая и мука ржаная обдирная содержат в своем составе витамины группы В. Мука цельнозерновая содержит большее количество витамина В<sub>1</sub> на 0,14 % и витамина В<sub>2</sub> на 0,02 %, чем мука ржаная обдирная.

Таким образом, продукт, получаемый из цельного сырья, отличается большей пользой, но будет меньше храниться за счет более высокого содержания жиров [8].

На густой закваске рекомендуется готовить тесто из ржаной обойной и обдирной муки, а также из смеси разных сортов ржаной и пшеничной муки [9]. Густая закваска имеет более высокую скорость кислотонакопления и терпимость к длительному выбраживанию без существенного закисания [10]. На скорость брожения микроорганизмов оказывает влияние наличие органических кислот и буферные способности муки [7].

Густая закваска должна иметь влажность 48–50 %, кислотность – 13–16 град при использовании ржаной обойной муки и 11–14 град при приготовлении теста из ржаной обдирной муки и подъемную силу «по шарик» до 25 мин. Так как по своим качествам мука цельнозерновая приближается к обойной, и нормативными документами ее показатели не характеризуются, прием для закваски на цельнозерновой муке показатели закваски на обойной ржаной муке.

Органолептические показатели заквасок из ржаной обдирной муки и ржаной цельнозерновой муки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептические показатели заквасок из ржаной обдирной муки и ржаной цельнозерновой муки

Table 1 - Organoleptic characteristics of starter cultures from peeled rye flour and rye whole grain flour

Характеристики	Закваска из ржаной обдирной муки	Закваска из ржаной цельнозерновой муки
Консистенция	вязкая, слизистая, пористая	вязкая, слизистая, пористая
Запах	кисловатый	кисломолочный, сладковатый
Вкус	хлебный с ярко выраженной кислинкой	хлебный с кислинкой
Цвет	светло-бежевый с сероватым оттенком	светло-бежевый с желтым оттенком

Закваска из ржаной цельнозерновой муки обладает более пористой консистенцией с кисломолочным сладковатым запахом и хлебным вкусом с кислинкой. Цвет светло-бежевый с желтым оттенком. Закваска из ржаной обдирной муки обладает более вязкой, слизистой консистенцией с наличием пористости, с кисловатым запахом, с ярко выраженной кислинкой. Цвет имеет сероватый оттенок. Таким образом, при равном времени брожения закваска из обдирной муки созревает быстрее, может перекипеть и

иметь уксусный запах и более кислый вкус. Закваска на цельнозерновой муке имеет более активное брожение, но в то же время процесс усвоения питательных веществ происходит медленнее, эта закваска не перекипает, не разжижается, ее пористость выше.

Физико-химические показатели ржаного хлеба из цельнозерновой муки и ржаного хлеба из обдирной муки на закваске показаны в таблице 2. Показатели соответствуют требованиям ГОСТ 31807-2018.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЖАНОГО ХЛЕБА НА ЗАКВАСКАХ СПОНТАННОГО БРОЖЕНИЯ

Таблица 2 – Физико-химические показатели ржаного хлеба из цельнозерновой муки и ржаного хлеба из обдирной муки на закваске

Table 2 - Physical and chemical parameters of rye bread from whole grain flour and rye bread from peeled flour on sourdough

Физико-химические показатели	Результат измерений	
	Ржаной хлеб из цельнозерновой муки	Ржаной хлеб из обдирной муки
Влажность, %	49,0	48,0
Кислотность, град	9,0	8,0
Пористость, %	49,0	49,0

Анализ результатов показал, что по физико-химическим показателям образцы имеют небольшие различия. Хлеб из цельнозерновой муки на закваске обладает большей влажностью (49 %), кислотность составляет 9,0 град. Хлеб из обдирной муки на закваске имеет кислотность меньше, чем кислотность

ржаного цельнозернового хлеба (8,0 град), но имеет меньшие показатели влажности (48 %). Пористость изделий одинаковая.

Пищевая и энергетическая ценность изделий на цельнозерновой муке на закваске и обдирной муке на закваске показана на рисунке 1.



Рисунок 1 – Показатели пищевой и энергетической ценности

Figure 1 - Indicators of nutritional and energy value

Показатели пищевой и энергетической ценности изделий на заквасках мало отличаются. Хлеб ржаной из цельнозерновой муки на закваске обладает большим количеством белка на 1 % и меньшим содержанием углеводов на 2,1 % в сравнении с хлебом ржаным из обдирной муки на закваске. Энергетическая ценность хлеба ржаного из обдирной муки на закваске больше на 3 % в сравнении с ржаным хлебом из цельнозерновой муки на закваске.

Хлеб ржаной из цельнозерновой муки на закваске содержит 2,6 г пищевых волокон, а хлеб из обдирной муки на закваске содержит 1,9 г пищевых волокон. Большее содержание пищевых волокон в хлебе из цельнозерновой муки объясняется способом ее получения.

По органолептическим показателям оба вида хлеба на заквасках соответствовали нормативным документам (рисунки 2, 3).



Рисунок 2 – Хлеб ржаной из обдирной муки на закваске

Picture 2 - Rye bread from peeled flour on sourdough



Рисунок 3 – Хлеб ржаной из цельнозерновой муки на закваске

Picture 3 - Rye bread from whole grain flour on sourdough

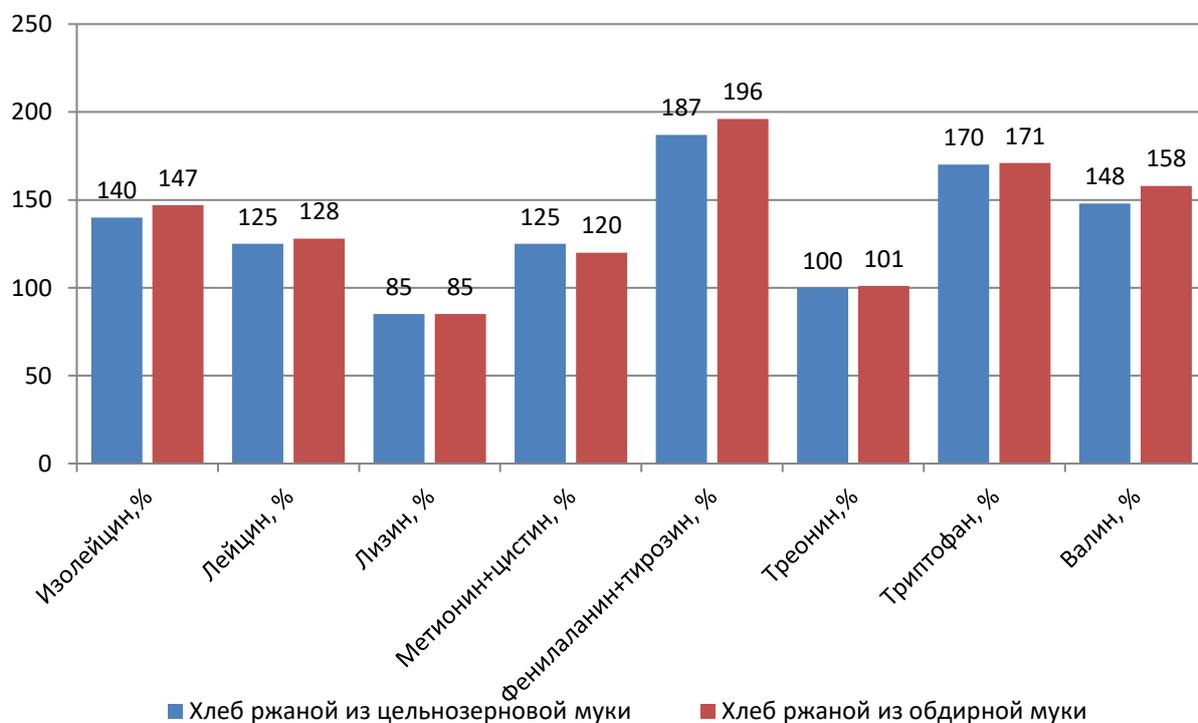


Рисунок 4 – Аминокислотный скор хлеба из цельнозерновой муки и обдирной муки на закваске

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЖАНОГО ХЛЕБА НА ЗАКВАСКАХ СПОНТАННОГО БРОЖЕНИЯ

Figure 4 - Amino acid score of bread from whole grain flour and sourdough flour

Органолептические показатели ржаного хлеба из цельнозерновой муки на закваске и ржаного хлеба из обдирной муки на закваске характерны для ржаного подового хлеба. Форма изделий сохранена без трещин, подрывов, поверхность ровная, мякиш пропеченный.

Цвет коричневый. Вкус и аромат, свойственные ржаному хлебу.

На рисунке 4 представлен аминокислотный скор хлеба из цельнозерновой муки и обдирной муки на закваске.

Анализируя расчетное содержание незаменимых аминокислот в хлебе ржаном из цельнозерновой муки на закваске и хлебе ржаном из обдирной муки на закваске, можно отметить, что по аминокислотному составу изделия идентичны. В хлебе ржаном из цельнозерновой муки на закваске и хлебе ржаном из обдирной муки на закваске лимитирующей аминокислотой является – лизин, аминокислотный скор которой составляет 85 %.

Хлеб ржаной из цельнозерновой муки на закваске содержит большее количество минеральных веществ, чем хлеб ржаной из обдирной муки, а именно: Са на 5 %, Mg на 9 %, К на 28 %. Таким образом, в хлебе ржаном из цельнозерновой муки на закваске содержится больше минеральных веществ, т.к. их содержание выше в муке цельнозерновой.

### ВЫВОДЫ

Проведя сравнительную характеристику изделий из ржаной цельнозерновой и обдирной муки на заквасках, можно сделать вывод, что показатели ржаного хлеба из цельнозерновой и обдирной муки на закваске характерны для ржаного подового хлеба, имеют практически одинаковые органолептические показатели, ярко-выраженный вкус, пропеченный мякиш, привлекательный внешний вид, но хлебобулочное изделие из обдирной муки на закваске обладает менее кислым вкусом. Пищевая и энергетическая ценность сравниваемых изделий отличается небольшим преобладанием белков и минеральных веществ в изделии из цельнозерновой муки на закваске. Данные биологической ценности у изделий мало отличаются, т.к. лимитирующая аминокислота – лизин – имеет одинаковый скор. Таким образом, изготовление хлеба на заквасках спонтанного брожения способствует получению качественных изделий с насыщенным ржаным вкусом и высокими товароведными характеристиками, при этом ржаные хлебобулочные изделия из цельнозерновой

муки на закваске и из обдирной муки на закваске не имеют значительных отличий по органолептическим показателям и по пищевой ценности.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бочкарева З.А., Пчелинцева О.Н. Хлебобулочные изделия на ржаной закваске с черемуховой мукой. XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. Т. 10. № 1 (53). С. 104–107.
2. Легков И.С. Разработка технологии производства изделий из ржаной муки в условиях малых предприятий и предприятий общественного питания : автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15. Москва, 2012. 24 с.
3. Сухоставец Е.Н., Бидюк Д.О., Черныш Л.Н. Теоретические аспекты производства ржаных изделий с добавлением заквасок спонтанного брожения. В сборнике : Современные проблемы товароведения, экономики и индустрии. Материалы I заочной Международной научно-практической конференции. Саратов, 30 ноября 2016 г. С. 262–266.
4. Кузнецова Л.И., Буркина М.С. Традиционные технологии производства хлеба на ржаных заквасках // Кондитерское и хлебопекарное производство. № 3–4 (180). 2019. С. 6–9.
5. Проект ГОСТ Р Российская система качества. Изделия хлебобулочные с добавлением зерна и продуктов его переработки. Потребительские испытания. [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL: <https://fgis.gost.ru/share/page/rsprs/nds-details?uid=8abf6688-7a93-4590-a9e6-d43596980d80>.
6. Черниязова Э.А., Ефремова А.А., Наумова Н.Л. Сравнительный анализ химического состава растительного сырья, применяемого в технологии производства ржаного хлеба // Ползуновский вестник. 2018. № 2. С. 35–38. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2018.02.015.
7. Gobbetti M., Gänzle M. Handbook on sourdough biotechnology. 2013. Springer. 304 p. DOI: 10.1007/978-1-4614-5425-0.
8. Кузнецова Л.И. Научные основы технологического хлеба с использованием ржаной муки на заквасках с улучшенными биотехнологическими свойствами : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.01. Москва, 2010. 200 с.
9. Бакаева И.А. Разработка технологии хлеба повышенной пищевой ценности на густой закваске из биоактивированного зерна пшеницы : дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. Воронеж, 2015. 231 с.
10. Тугульбаева Л.Г., Кощина Е.И., Гареева И.Т. Разработка способа получения закваски спонтанного брожения для ржаного хлеба. В сборнике : Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции ; Материалы II Международной научно-практической конференции в рамках международного научно-практического форума, посвященного Дню Хлеба и соли. Саратов, 24-25 марта 2021 г. С. 430–436.

### **Информация об авторах**

З. А. Бочкарева – кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевые производства» Пензенского государственного технологического университета.

О. Н. Пчелинцева – кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевые производства» Пензенского государственного технологического университета.

К. Н. Белякова – магистрант кафедры «Пищевые производства» Пензенского государственного технологического университета

С. К. Сагандыкова – студент кафедры «Пищевые производства» Пензенского государственного технологического университета.

### **REFERENCES**

1. Bochkareva, Z.A. & Pchelitseva, O.N. (2021). Bakery products on rye sourdough with cherry flour. XXI century: the results of the past and the problems of the present plus. Vol. 10 No. 1(53). pp. 104-107. (In Russ.).

2. Legkov, I.S. (2012). Development of technology for the production of rye flour products in the conditions of small enterprises and catering enterprises. *Candidate's thesis*. Moscow. (In Russ.).

3. Sukhostavets, E.N., Bidyuk, D.O. & Chernysh, L.N. (2016). Theoretical aspects of the production of rye products with the addition of starter cultures of spontaneous fermentation. In the collection: Modern problems of commodity science, economics and industry. *Materials of the I correspondence International Scientific and Practical Conference*. Saratov, November 30, 2016, pp. 262-266. (In Russ.).

4. Kuznetsova, L.I. & Burykina, M.S. (2019). Traditional technologies of bread production on rye sourdough. *Confectionery and bakery production*, 3-4 (180), 6-9. (In Russ.).

5. The project GOST R Russian quality system. Bakery products with the addition of grain and its processed products. Consumer testing. [electronic resource]. - Access mode: URL: <https://fgis.gost.ru/>

[share/page/rsprs/nds-details?uuid=8abf6688-7a93-4590-a9e6-d43596980d80](https://share/page/rsprs/nds-details?uuid=8abf6688-7a93-4590-a9e6-d43596980d80) (In Russ.).

6. Cherniyazova, E.A., Efremova, A.A. & Naumova, N.L. (2018). Comparative analysis of the chemical composition of vegetable raw materials used in the production technology of rye bread. *Polzunovskiy vestnik*, (2), 35-38. (In Russ.). DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2018.02.015.

7. Gobbetti, M. & Gänzle, M. (2013). *Handbook on sourdough biotechnology*. Springer. DOI:10.1007/978-1-4614-5425-0.

8. Kuznetsova, L.I. (2010). Scientific bases of bread technologies using rye flour on starter cultures with improved biotechnological properties. *Candidate's thesis*. Moscow. (In Russ.).

9. Bakaeva, I.A. (2015). Development of the technology of bread of increased nutritional value on a solid sourdough from bioactivated wheat grain. *Candidate's thesis*. Moscow. (In Russ.).

10. Tugulbaeva, L.G., Kashina, E.I. & Gareeva, I.T. (2021). Development of a method for obtaining a starter culture of spontaneous fermentation for rye bread. In the collection: Food technologies of the future: innovations in the production and processing of agricultural products - *Materials of the II International Scientific and Practical Conference within the framework of the international scientific and practical forum dedicated to the Day of Bread and Salt*. Saratov, March 24-25, 2021, pp. 430-436. (In Russ.).

### **Information about the authors**

Z. A. Bochkareva - candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department "Food Production" Penza State Technological University.

O. N. Pchelintseva - candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department "Food Production" Penza State Technological University.

K. N. Belyakova - Master's student of the Department "Food Production" Penza State Technological University.

S. K. Sagandykova - student of the Department "Food Production" Penza State Technological University.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Статья поступила в реакцию 17.12.2021; одобрена после рецензирования 17.02.2022; принята к публикации 28.02.2022.*

*The article was received by the editorial board on 17 Dec 21; approved after reviewing on 17 Feb 22; accepted for publication on 28 Feb 22.*