

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-168-175>

УДК 664.662:664.663.9 © 2023

© 2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Влияние способов внесения льняной муки на показатели качества ржаного хлеба

Александр В. Федоров^{1,2*}, Андрей А. Хлопов³, Елена С. Лыбенко³

¹ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт жиров»;
ул. Черняховского, 10, г. Санкт-Петербург, 191119, Российская Федерация

² Университет ИТМО;

Кронверкский пр-кт, 49, литер А, г. Санкт-Петербург, 191119, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет»;
Октябрьский пр-кт, 133, г. Киров, 610017, Российская Федерация

Аннотация. Современный россиянин недополучает в питании большого количества полиненасыщенных жирных кислот, а также более половины рекомендуемой нормы пищевых волокон. Одним из источников обогащения рациона человека этими нутриентами может служить льняная мука. Причиной редкого использования льняной муки в хлебопечении является изменение вкуса и аромата готового изделия. Исследования по определению способа внесения льняной муки проведены в лаборатории хлебопекарных и кондитерских производств ФГБОУ ВО «Вятский ГАТУ». Льняную муку вносили в хлеб в виде закваски в смеси с ржаной мукой, опары из льняной муки, и опары из смеси льняной и ржаной муки, а также в сухом виде в тесто. Были изучены органолептические и физико-химические показатели качества полуфабрикатов и готовых изделий. Методики проведения исследований общепринятые. В результате было установлено, что льняная мука в наименьшей степени изменяет вкус и запах ржаного хлеба, в случае ферментации её дрожжами в опаре. Заквашивание льняной муки вместе с ржаной не дает эффекта потери льняного вкуса и аромата. Доказано, что для приготовления опары с использованием льняной муки требуется больше воды, чем для приготовления закваски и теста из ржаной муки. Закваска с добавлением льняной муки быстрее набирает кислотность. Хлеб с внесением льняной муки в виде опары практически не отличается от контрольного варианта. Мякиш такого хлеба имеет кислотность 9,0 град, влажность 49,9% и пористость 49%. Проведение дегустации показало, что хлеб с добавлением льняной опары среди изучаемых образцов набрал наибольшее количество баллов и был максимально приближен к контрольному варианту.

Ключевые слова: ржаной хлеб, ржаное тесто, льняная мука, показатели качества хлеба, опара, закваска, способ приготовления ржаного теста, пищевая ценность, пищевые волокна

Для цитирования: Федоров А.В., Хлопов А.А., Лыбенко Е.С. Влияния способов внесения льняной муки на показатели качества ржаного хлеба. *Новые технологии* / *New Technologies* 2023; 19(4): 168-175. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-168-175>

The influence of methods of adding flaxseed flour on the quality indicators of rye bread

Alexander V. Fedorov^{1,2*}, Andrey A. Khlopov³, Elena S. Lybenko³

¹ FSBSI «All-Russian Research Institute of Fats»;

10 Chernyakhovsky str., St. Petersburg, 191119, the Russian Federation

² ITMO University;

49 Kronverksky prospect, letter A, St. Petersburg, 191119, the Russian Federation

³ FSBEI HE «Vyatka State Technical University»;

133 Oktyabrsky prospect, Kirov, 610017, the Russian Federation

Abstract. Modern Russians do not receive enough polyunsaturated fatty acids in their diet, as well as more than half the recommended dietary fiber intake. One of the sources of enriching the human diet with these nutrients can be flaxseed flour. The reason for the rare use of flaxseed flour in baking is the change in the taste and aroma of the finished product. Research to determine the method of adding flaxseed flour was carried out in the laboratory of baking and confectionery production of Vyatka State Technical University. Flax flour was added to bread in the form of sourdough mixed with rye flour, dough from flax flour, and dough from a mixture of flax and rye flour, as well as in dry form into the dough. Organoleptic and physico-chemical quality indicators of semi-finished and finished products were studied. Generally accepted research methods were used in the research. As a result, it has been found that flaxseed flour changes the taste and smell of rye bread to the least extent when it is fermented with yeast in a dough. Fermenting flaxseed flour together with rye flour does not result in the loss of flaxseed taste and aroma. It has been proved that preparing dough using flaxseed flour requires more water than preparing sourdough and dough from rye flour. Sourdough with the addition of flaxseed flour gains acidity faster. Bread with the addition of flaxseed flour in the form of dough is practically no different from the control variant. The crumb of such bread has an acidity of 9.0 degrees, moisture content of 49.9% and porosity of 49%. The tasting has shown that bread with the addition of flax dough among the studied samples scored the highest number of points and was as close as possible to the control version.

Keywords: rye bread, rye dough, flaxseed flour, bread quality indicators, dough, sourdough, method of preparing rye dough, nutritional value, dietary fiber

For citation: Fedorov A.V., Khlopov A.A., Lybenko E.S. The influence of methods of adding flaxseed flour on the quality indicators of rye bread. *Novye Tehnologii / New Technologies* 2023; 19(4): 168-175. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-168-175>

Введение. Хлеб для многих россиян является одним из основных продуктов питания. Зачастую предпочтение покупателей отдается пшеничным легким хлебам из муки низких выходов. В таком хлебе содержится очень много легкоусвояемых углеводов и совсем мало пищевых волокон.

С увеличением в рационе человека количества нерастворимых пищевых волокон, особенно из ржаного зерна, снижается скорость усвоения быстрых углеводов [1, 2, 3, 4]. Кроме этого, ржаной хлеб снижает уровень общего холестерина и холестерина липопротеидов низкой плотности в сыворотке крови [5]. Изготовление и потребление хлеба из ржаной муки грубого помола с добавлением пищевых волокон будет способствовать увеличению его биологической ценности. Несмотря на всю пользу ржаного хлеба для питания человека в нем содержится крайне незначительное количество полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), и в частности, омега-3 жирных кислот [6].

Согласно исследованиям человек должен получать 20...30 г пищевых волокон и от 1,5 до 6 г незаменимых ПНЖК ежедневно [7]. По оценкам экспертов современный россиянин потребляет всего 4...6 г пищевых волокон. Четыре человека из пяти испытывают дефицит в омега-3 [8].

Несмотря на то, что Россия окружена морями, рыба для многих граждан является дорогим и не каждодневным продуктом питания. В связи

с этим отмечается недостаток ПНЖК в питании населения.

Недостаток ПНЖК можно компенсировать лекарственными формами рыбьего жира, семенами кунжута, жирной или полужирной рыбой (лосось, сельдь, макрель, тунец, сардины, скумбрия и др.), льняным маслом, грецкими орехами, рапсовым маслом. Омега-3 содержится в шпинате, цветной капусте и масле канолы, в дыне, фасоли, в китайской капусте и брокколи.

Пищевые волокна человек получает с фруктами и овощами, хлебами с отрубями и иными источниками пищевых волокон, хлебами из муки высоких помольных выходов.

Известно, что полуобезжиренная мука из семян масличного льна имеет около 10% жира, богатого ПНЖК, 36% белка, и более 30% пищевых волокон. Но она имеет характерный вкус и запах, который ощущается особенно ярко в продуктах с высокой влажностью, например, в хлебе [9, 10].

Проблему создания привычных хлебобулочных изделий с добавлением льняной муки изучали разные ученые. Исследования проводились в основном на изделиях из пшеничной и смеси пшеничной и ржаной муки [11, 12, 13, 14, 15].

Льняная мука, как и ржаная, содержит значительное количество гидроколлоидов, которые придают хлебу дополнительную липкость [16, 17], поэтому создание ржаного хлеба с льняной мукой позволит сделать не только полезный

продукт, но и обеспечит предпосылки для создания новой технологии производства ржаного хлеба для массового потребления

Введение льняной муки в ржаной хлеб повысит в привычном для россиян продукте содержание белка, пищевых волокон и увеличит уровень потребления ПНЖК в рационе.

При решении проблем здоровья нации следует не только создавать функциональные продукты питания, но и обращать внимание на культуру питания [18, 19].

Цель работы: изучить влияние способов введения льняной муки на качество ржаного хлеба.

Задачи:

– Изучить показатели качества полуфабрикатов, полученных на основе ржаной и льняной муки.

– Оценить качество ржаного хлеба, полученного из полуфабрикатов с использованием льняной муки.

– Определить пищевую и энергетическую ценность ржаного хлеба с добавлением льняной муки.

Материал и методы исследования

Работа выполнена в ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ (г. Киров) в лаборатории хлебопекарных и кондитерских производств.

Объектами исследований являлись полуфабрикаты и ржаной хлеб, приготовленные с добавлением полуобезжиренной льняной муки торговой марки «Компас здоровья».

Для проведения исследований применяли следующее сырье: льняная мука по ГОСТ 10582-76, мука ржаная обдирная по ГОСТ 7045-2017; дрожжи прессованные хлебопекарные по ГОСТ Р 54731-2011; соль поваренная пищевая по ГОСТ Р 51574-2018; вода питьевая по СанПиН 2.1.3684-21; стартовая культуры Livendo® LV4.

Схема вариантов:

Контроль – ржаной хлеб,

B1 – хлеб на закваске из смеси ржаной и льняной муки

B2 – хлеб на ржаной закваске + льняная мука в тесто,

B3 – хлеб на ржаной закваске + опара из льняной муки в тесто,

B4 – хлеб на ржаной закваске + опара из смеси ржаной и льняной муки в тесто.

Органолептические показатели хлеба определяли по методике балльной оценки Н.Л. Султаевой [20]. Из физико-химических показателей качества определяли влажность (ГОСТ 21094-75), титруемую кислотность (ГОСТ 5670-96), пористость (ГОСТ 5669-96).

Для приготовления закваски применяли стартовую заквасочную культуру Livendo® LV 4. Соотношение муки закваска: тесто = 50:50.

Льняную муку брали в количестве 10% взамен ржаной. Замес теста проводили на медленной скорости работы тестомеса в течение 17 мин. Отдых теста 5 мин., разделка на тестовые заготовки по 350 г, окончательная расстойка тестовых заготовок при температуре 38...39°C и влажности

Таблица 1

Показатели качества полуфабрикатов

Quality indicators of semi-finished products			
Полуфабрикаты	Температура, °C	Кислотность, град.	Влажность, %
Закваска из ржаной муки (контроль)	29,2	17,0	59,1
Закваска из смеси льняной и ржаной муки	29,4	18,0	58,8
Опара из льняной муки	28,1	3,4	72,9
Опара из смеси льняной и ржаной муки	27,9	3,4	71,7

Таблица 2

Показатели качества теста

Dough quality indicators			
Варианты	Температура, °C	Кислотность, град	Влажность, %
К	27,5	9,0	53,6
B1	27,6	10,0	53,0
B2	27,4	9,0	53,9
B3	27,5	9,5	56,6
B4	27,6	9,5	56,0

воздуха в расстойной камере 75...80%. Выпечка при 210 °С в течение 20 мин.

Пищевую и энергетическую ценность определяли по методике Н.Н. Типсиной [21].

Результаты исследований. В ходе работы было использовано две закваски и две опары (табл. 1). Закваски заквашивались 24 ч., опары сбраживались 6 ч.

Кислотность закваски из ржаной муки составила 17 град, а закваска из смеси ржаной и льняной муки набрала кислотность 18 град. При замешивании опар из льняной муки и смеси льняной и ржаной муки воды потребовалось больше по сравнению с заквасками на чисто ржаной муке. Они были очень густые. Для того, чтобы получить требуемую консистенцию полуфабрикатов было принято решение повысить их влажность до 71,9 и 72,9% соответственно.

Закваску только из ржаной муки применяли для замеса контрольного теста и вариантов В2, В3, В4. Показатели качества теста этих вариантов представлены в табл. 2.

Температура теста была практически одинаковая у изучаемых вариантов. Кислотность теста

на закваске из льняной муки (В1) составила 10 град и была на 1 град выше, чем у контроля. Кислотность теста остальных вариантов находилась на уровне 9,0 и 9,5 град. Влажность теста у контроля, вариантов В1 и В2 была сопоставимая и находилась в пределах 53,0...53,9%. Влажность теста на опарах значительно превышала контроль. Так, В3 превысил контроль по влажности на 3%, в В4 – на 2,4%.

Показатели качества хлеба – это наиболее значимые для потребителя показатели. Согласно проведенным исследованиям наиболее значимыми для покупателя являются такие показатели качества хлеба как внешний вид, вкус и мягкость хлебобулочных изделий. В таблице 3 представлены органолептические показатели качества выпеченного хлеба.

Верхняя корочка вариантов отличается от стандарта тем, что на ней видны вкрапления льняной муки. С точки зрения экспертов этот признак снизил уровень привлекательности хлеба. В изломе хлеб на закваске из смеси ржаной и льняной муки (В1) отличался наличием катышков, которые образовались при отрезании частей от целого изделия (рис. 1 и 2). Мякиш хлеба этого

Таблица 3

Дегустационная оценка качества хлеба с добавлением льняной муки, баллы

Table 3

Tasting assessment of the quality of bread with the addition of flaxseed flour, points

Вариант	Поверхность	Вид в изломе	Вид на срезе	Вкус	Запах	Цвет	Пористость
Контроль	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
В 1	4,8	4,7	4,3	4,6	4,4	4,3	4,6
В 2	4,9	4,5	4,7	4,5	4,9	4,7	4,4
В 3	4,9	4,9	4,8	5,0	5,0	5,0	4,9
В 4	4,9	4,5	4,8	4,9	5,0	4,9	4,7



Рис. 1. Хлеб с добавлением льняной муки (слева направо: К, В1, В2)

Fig. 1. Bread with flaxseed flour (from left to right: K, B1, B2)



Рис. 2. Хлеб с добавлением опар из льняной муки (слева направо К, В3, В4)

Fig. 2. Bread with the addition of flaxseed flour (from left to right K, B3, B4)

варианта отличался более светлой окраской, он был липкий на ощупь, заминался при надавливании, имел очень кислый вкус. Присутствовал характерный льняной запах и аромат.

Мякиш хлеба с добавлением льняной муки в тесто в сухом виде (В2) отличался равномерной пористостью, был более влажный на ощупь по сравнению с контролем. У этого варианта был сильно выраженный льняной вкус, запах и аромат.

Варианты хлеба на опарах с льняной мукой визуально были похожи на хлеб В2. Мякиш хлеба В3 оказался более влажный на ощупь по сравнению с контролем, а хлеб В4 отличался самым липким и заминающимся среди изучаемых образцов мякишем. Цвет, запах и вкус мякиша образцов хлеба вариантов В3 и В4 находились близки к контролю. Главной отличительной особенностью у этих вариантов стало минимальное проявление льняного запаха и аромата.

Хлеб В3 был очень близким по органолептическим показателям к контролю. В4 отличался более влажным на ощупь мякишем. Это связано с тем, что в опаре присутствовала ржаная мука, в которой за время брожения в условиях недостаточной кислотности полуфабриката не деактивировались амилазы.

На основе данных таблицы 4 составлена профилограмма (рис. 3), которая наглядно отражает ситуацию по показателям органолептической оценки качества хлеба.

На рисунке 3 видно, что профиль, характеризующий качество хлеба В3 находится ближе всего к контрольному варианту. Следовательно, этот вариант самый лучший по совокупности органолептических показателей.

Физико-химические показатели качества хлеба представлены в табл. 4. Мякиш хлеба с

добавлением льняной муки в закваску имеет кислотность 9,5 град, что выше контроля на 1 град. При добавлении льняной муки в тесто кислотность мякиша на уровне контроля. Мякиш хлебов в вариантах В3 и В4 по кислотности выше контроля на 0,5 град.

Влажность хлеба у контрольного образца, вариантов В1 и В2 изменяется в пределах 48,7...49,0%, а у вариантов В3 и В4 – 49,9% и 49,4% соответственно. Лучшей пористостью обладал мякиш хлеба варианта В4. Он превышал контроль на 2%, а минимальные требования ГОСТ – на 4%. Пористость хлеба В1 и В3 ниже контроля на 1% и составляет 49%. Все выпеченные образцы хлеба находились в пределах, допускаемых ГОСТ по влажности, кислотности и пористости мякиша хлеба.

Данные о пищевой и биологической ценности продуктов питания должны быть нанесены на этикетку. В таблице 5 представлены их расчетные значения. У всех изучаемых вариантов хлеба был одинаковый состав, где 10% ржаной муки заменено на льняную. Отличались технологии приготовления хлеба.

Из данных, представленных в таблице, видно, что с добавлением 10% льняной муки увеличилось содержание белков на 29%, жиров – на 85,7%, пищевых волокон – на 95%. Количество углеводов снизилось на 9,5%. Энергетическая ценность снизилась на 0,9%. Количество пищевых волокон в 100 г хлеба повысилось с 2,0 до 3,9 г, что эквивалентно 20% суточной потребности человека в этих нутриентах.

Выводы

1. Закваска из смеси ржаной и льняной муки отличается более высокой кислотностью по сравнению с контролем. Для приготовления опар из

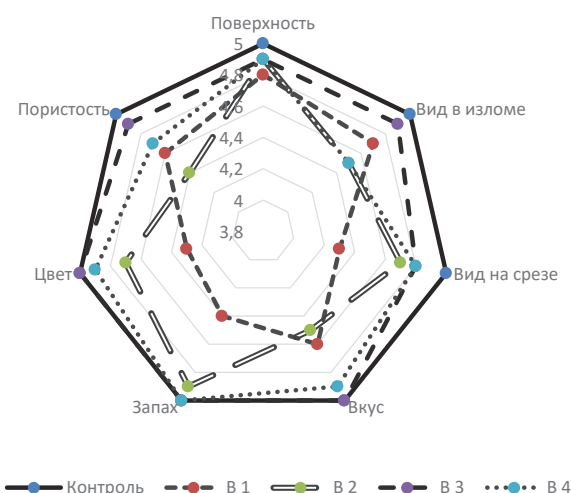


Рис. 3. Профилограмма органолептической оценки качества хлеба с добавлением льняной муки

Fig. 3. Profilogram of organoleptic assessment of the quality of bread with the addition of flaxseed flour

Таблица 4

Физико-химические показатели качества хлеба

Physical and chemical indicators of bread quality			
Варианты	Кислотность, град	Влажность, %	Пористость, %
Требования ГОСТ 2077–84	Не более 12,0	Не более 51,0	Не менее 48
К	8,5	48,7	50
B1	9,5	48,8	49
B2	8,5	49,0	51
B3	9,0	49,9	49
B4	9,0	49,4	52

Таблица 5

Пищевая и энергетическая ценность на 100 г хлеба

Nutritional and energy value per 100 g of bread						
Варианты	Белок, г	Жиры, г	Углеводы, г	Пищевые волокна, г	ккал	кДж
К	5,5	0,7	44,3	2,0	205,9	861,9
В	7,1	1,3	40,1	3,9	204,1	854,5
± к контролю, %	29,1	85,7	–9,5	95,0	–0,9	–0,9

льняной и смеси ржаной и льняной муки требуется повышенное содержание воды. Влажность таких опар должна находиться в пределах 72–73%.

2. По суммарному количеству баллов при проведении дегустационной оценки качества хлеба лучшим из вариантов оказался хлеб, в котором льняная мука была добавлена в тесто в виде опары. Хлеб этого варианта имел прекрасный вид в изломе, отличный вкус, запах и цвет,

близкую к контролю структуру пористости. Физико-химические показатели качества хлеба всех вариантов находились в пределах требований ГОСТ 2077–84.

3. В хлебе с добавлением 10% льняной муки увеличилось содержание белков на 29%, жира – на 85%, а пищевых волокон – почти в два раза. Количество углеводов снизилось на 9,5%, а общая калорийность хлеба осталась практически без изменений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Jonsson K. et al. Rye and health-Where do we stand and where do we go? Trends in Food Science & Technology. 2018; 79: 78–87.
2. Oishi K., Yamamoto S., Itoh N. et al. Wheat alkylresorcinols suppress high-fat, high-sucrose diet-induced obesity and glucose intolerance by increasing insulin sensitivity and cholesterol excretion in male mice. Journal of Nutrition. 2015; 145(2): 199–206.
3. Хлопов А.А., Лыбенко Е.С. Органолептическая оценка булочных изделий с добавлением жмыха пшеничных проростков. Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 15 нояб. 2022 г.). Чебоксары: ЧГАУ; 2022: 311–314.
4. Гончаренко А.А. Новые направления в селекции озимой ржи на целевое использование. Зернобобовые и крупяные культуры. 2016; 2(18): 25–32.
5. Katri S. Leinonen, Kaisa S. Poutanen, Hannu M. Mykkänen, Rye Bread Decreases Serum Total and LDL Cholesterol in Men with Moderately Elevated Serum Cholesterol. The Journal of Nutrition. 2000; 130(2): 164–170.
6. Сысуев В.А., Кедрова Л.И., Уткина Е.И. Приоритетные направления исследований в решении проблемы multifunctional использования озимой ржи. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2014; 6(43): 4–8.
7. Лыбенко Е.С., Хлопов А. А., Сергачева Е. С. Использование льняной муки как функционально-ингредиента в хлебопечении. Экономическая безопасность агропромышленного комплекса: проблемы и направления обеспечения: сборник научных трудов I Национальной научно-практической конференции. Киров; 2021: 197–200.

9. Миневич И.Э., Цыганова Т.Б. Влияние добавки измельченных семян льна и льняной муки на технологические и потребительские свойства мучных изделий. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2020; 2/3(374/375): 88-91.
10. Лыбенко Е.С., Хлопов А.А., Сергачева Е.С. Льняная мука – пищевой ингредиент функциональной направленности. Экономическая безопасность агропромышленного комплекса: проблемы и направления обеспечения: сборник научных трудов I Национальной научно-практической конференции (Киров, 01-31 янв. 2021 года). Киров: ВГАУ; 2021: 201-204.
11. Шевелева Т.Л. Влияние внесения льняной муки на показатели качества и сроки хранения хлебобулочных изделий. Агропродовольственная политика России. 2020; 6: 25-28.
12. Конева С.И. Особенности использования продуктов переработки семян льна при производстве хлебобулочных изделий. Ползуновский вестник. 2016; 3: 35-38.
13. Жукова Ю.С., Маринина А.Ю., Лыбенко Е.С. Проектирование нового вида ржаного хлеба с добавлением льняной муки на основе методики. ТППП АПК. 2021; 2: 34-42.
14. Астраханцева Я.Д., Усеинова С.М., Евдокимова А.П. Приготовление хлеба с добавлением льняной муки. Молодая инновационная Чувашия: творчество и активность: сборник трудов XIX Международной открытой научной конференции молодежи и студентов (Чебоксары, 18 марта 2022 г.). Вып. 17. Чебоксары; 2022: 97-100.
15. Горохова А.В. Разработка рецептуры пшеничного хлеба с льняной мукой и семенами льна. Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: сборник материалов LIII Международной студенческой научно-практической конференции (Тюмень, 29 марта 2019 г.). Ч. 2. Тюмень: Гос. аграрный ун-т Северного Зауралья; 2019: 128-134.
16. Ступина Е.С., Ильяков А.В., Охохонина Е.Н. Использование муки из семян льна в технологии пшенично-ржаного хлеба. Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (Курган, 12 марта 2020 г.). Курган: КГСХА академия им. Т.С. Мальцева; 2020: 189-193.
17. Федоров А.В., Лыбенко Е.С., Хлопов А.А. Изучение влияния льняной необезжиренной муки из семян льна масличного на качество ржаного хлеба. Индустрия питания / Food Industry. 2023; 3: 27-34.
18. Noora Kanerva, Erkki Kronholm, Timo Partonen, Marja-Leena Ovaskainen, Niina E. Kaartinen, Hanna Konttinen, Ulla Broms & Satu Männistö Tendency Toward Eveningness Is Associated With Unhealthy Dietary Habits, Chronobiology International. 2012; 29(7): 920-927.
19. Kanerva N. et al. A diet following Finnish nutrition recommendations does not contribute to the current epidemic of obesity. Public health nutrition. 2013; 16(5): 786-794.
20. Султаева Н.Л., Перминова В.С. Исследование свойств семян льна и разработка на их основе технологии хлебобулочных изделий. Науковедение. 2015; 7(1): 109.
21. Типсина Н.Н., Варфоломеева Т.Ф. Расчет пищевой ценности хлебобулочных и кондитерских изделий: методические указания. Красноярск: КрГАУ; 2016.

REFERENCES:

1. Jonsson K. et al. Rye and health-Where do we stand and where do we go? Trends in Food Science & Technology. 2018; 79: 78-87.
2. Oishi K., Yamamoto S., Itoh N. et al. Wheat alkylresorcinols suppress high-fat, high-sucrose diet-induced obesity and glucose intolerance by increasing insulin sensitivity and cholesterol excretion in male mice. Journal of Nutrition. 2015; 145(2): 199-206.
3. Khlopov A.A., Lybenko E.S. Organoleptic evaluation of bakery products with the addition of wheat sprout cake. Scientific, educational and applied aspects of the production and processing of agricultural products: a collection of materials from the VI International Scientific and Practical Conference (Cheboksary, November 15, 2022). Cheboksary: ChSAU; 2022: 311-314.
4. Goncharenko A.A. New directions in the selection of winter rye for targeted use. Leguminous and cereal crops. 2016; 2(18): 25-32.
5. Katri S. Leinonen, Kaisa S. Poutanen, Hannu M. Mykkänen, Rye Bread Decreases Serum Total and LDL Cholesterol in Men with Moderately Elevated Serum Cholesterol. The Journal of Nutrition. 2000; 130(2): 164-170.
6. Sysuev V.A., Kedrova L.I., Utkina E.I. Priority areas of research in solving the problem of multifunctional use of winter rye. Agricultural science of the Euro-North-East. 2014; 6(43): 4-8.
7. Lybenko E.S., Khlopov A.A., Sergacheva E.S. The use of flaxseed flour as a functional ingredient in bread baking. Economic security of the agro-industrial complex: problems and directions of support: collection of scientific papers of the I National Scientific and Practical Conference. Kirov; 2021: 197-200.
9. Minevich I.E., Tsyganova T.B. The influence of the addition of crushed flax seeds and flax flour on the technological and consumer properties of flour products. News of higher educational institutions. Food technology. 2020; 2/3(374/375): 88-91.

10. Lybenko E.S., Khlopov A.A., Sergacheva E.S. Flaxseed flour is a functional food ingredient. Economic security of the agro-industrial complex: problems and areas of support: collection of scientific papers of the I National Scientific and Practical Conference (Kirov, January 01-31, 2021). Kirov: VSAU; 2021: 201-204.
11. Sheveleva T.L. The influence of adding flaxseed flour on the quality indicators and shelf life of bakery products. Agricultural policy of Russia. 2020; 6:25-28.
12. Koneva S.I. Features of the use of flax seed processing products in the production of bakery products. Polzunovsky Bulletin. 2016; 3: 35-38.
13. Zhukova Yu.S., Marinina A.Yu., Lybenko E.S. Designing a new type of rye bread with the addition of flaxseed flour based on the methodology. TPPP AIC. 2021; 2: 34-42.
14. Astrakhantseva Ya.D., Useinova S.M., Evdokimova A.P. Making bread with flaxseed flour. Young innovative Chuvashia: creativity and activity: collection of proceedings of the XIX International Open Scientific Conference of Youth and Students (Cheboksary, March 18, 2022). Vol. 17. Cheboksary; 2022: 97-100.
15. Gorokhova A.V. Development of a recipe for wheat bread with flaxseed flour and flax seeds. Current issues of science and economy: new challenges and solutions: collection of materials from the LIH International Student Scientific and Practical Conference (Tyumen, March 29, 2019). Part 2. Tyumen: State. Agrarian University of the Northern Trans-Urals; 2019: 128-134.
16. Stupina E.S., Iltaykov A.V., Okhokhonina E.N. The use of flax seed flour in the technology of wheat-rye bread. Scientific and innovative technologies as a factor in the sustainable development of the agro-industrial complex: a collection of articles based on the materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference (Kurgan, March 12, 2020). Kurgan: KGSFA Academy named after. T.S. Maltseva; 2020: 189-193.
17. Fedorov A.V., Lybenko E.S., Khlopov A.A. Study of the influence of full-fat flaxseed flour from oil flax seeds on the quality of rye bread. Food Industry. 2023; 3:27-34.
18. Noora Kanerva, Erkki Kronholm, Timo Partonen, Marja-Leena Ovaskainen, Niina E. Kaartinen, Hanna Konttinen, Ulla Broms & Satu Männistö Tendency Toward Eveningness Is Associated With Unhealthy Dietary Habits, Chronobiology International. 2012; 29(7): 920-927.
19. Kanerva N. et al. A diet following Finnish nutrition recommendations does not contribute to the current epidemic of obesity. Public health nutrition. 2013; 16(5): 786-794.
20. Sultaeva N.L., Perminova V.S. Study of the properties of flax seeds and development of bakery technology based on them. Scientific studies. 2015; 7(1): 109.
21. Tipsina N.N., Varfolomeeva T.F. Calculation of the nutritional value of bakery and confectionery products: guidelines. Krasnoyarsk: KrSAU; 2016.

Информация об авторах / Information about Authors

Александр Валентинович Федоров, доктор технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт жиров», доцент факультета биотехнологий, Университет ИТМО
afedorov@itmo.ru

тел.: +7 (981) 106 90 78

Андрей Анатольевич Хлопов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общего земледелия и растениеводства, ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет»

akhlopov@yandex.ru

тел.: +7 (8332) 57 43 33

Елена Сергеевна Лыбенко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общего земледелия и растениеводства, ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет»

elenalybenko@rambler.ru

тел.: +7 (833) 257 43 33

Alexander V. Fedorov, Dr Sci., Associate Professor, Deputy Director for Research, All-Russian Research Institute of Fats; Associate Professor, Faculty of Biotechnology, ITMO University
afedorov@itmo.ru

tel.: +7 (981) 106 90 78

Andrey A. Khlopov, PhD (Agriculture), Associate Professor, the Department of General Agriculture and Plant Growing, FSBEI HE «Vyatka State Technical University»

akhlopov@yandex.ru

tel.: +7 (8332) 57 43 33

Elena S. Lybenko, PhD (Agriculture), Associate Professor, the Department of General Agriculture and Plant Growing, FSBEI HE «Vyatka State Technical University»

elenalybenko@rambler.ru

tel.: +7 (833) 257 43 33

Поступила в редакцию 16.10.2023; поступила после рецензирования 14.11.2023; принята к публикации 15.11.2023

Received 16.10.2023; Revised 14.11.2023; Accepted 15.11.2023