

12. “Eýraziýalyq ekonomikalyq odaqqa mýshe memleketterdiń mai-mai salasyna sholý [Overview of the fat and oil industry of the member States of the Eurasian Economic Union].” Moscow 2017. pp. 15-35 -(In Russian).

13. Van-Chý-Lin, A.T., Skriabina, A.V. “O perspektivah razvitiia semenovodstva kombikormovoi promyshlennosti v Respýblike Saha [On the prospects for the development of the seed and feed industry in the Republic of Sakha].” Issues of the modern economy 2013, № 4, P.58-77-(In Russian).

14. Uschapovsky, I.V. “The Russian Flax Sector: Bottlenecks and Solutions.” Journal Of Natural Fibers/Published Online: 05 Mar 2009, Electronic resource:
[http://www.tandfonline.com/doi/citedby/10.1080-\(in English\)](http://www.tandfonline.com/doi/citedby/10.1080-(in English)).

15. Karapetian, A. K., Danilenko, I.Iý., Frizen, D.V., Rýdnikov, V. “Premiks na osnove prodýktov semian pererabotki maslichnyh kýltýr v kombikormah

dlia selskohoziastvennoi ptitsy [Premix based on oilseed processing seed products in compound feeds for poultry].” AGAY habarshysy 2019, №2 (172) -(In Russian).

16. Karbetova Z.R., Daribaeva A.K., Jýravleva V.F. Problemy modernizatsii agropromyshlennogo kompleksa Kazakhstana [Problems of modernization of the agro-industrial complex of Kazakhstan]. Problemy Agrorynka 2015. №2. S.19-24 -(In Russian).

17. Compound feed. Method for determining moisture GOST 13496.3-91.

18. Grain and its processed products. Method of determination of fat GOST 29033-91.

19. Opredelenie vitaminov grýppy GOST 32042-2021.

20. Korma, kombikorma. Opredelenie soderzhanii kaltsia,medi, jeleza, magnia, margantsa, kalia, natrui i tsinka metodom atomno-absorbtsionnoi spektrometrii. GOST 32343-201.

УДК 664.66
МРНТИ: 65.33.03

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2025-1-130-137>

ХЛЕБ С ДОБАВЛЕНИЕМ ЖМЫХОВ: ВЛИЯНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ, ПИТАТЕЛЬНУЮ ЦЕННОСТЬ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

¹М.Е. БЕКБОЛАТОВА  *, ¹Н.С. МАШАНОВА  , ²М.Е.СМАГУЛОВА 

(¹ Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина, Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Женис, 62

² Медицинский университет Астана, Республика Казахстан, 010000, г. Астана, ул. Бейбитшилик, 49А)

Электронная почта автора-корреспондента: mariambekbolatova93@gmail.com *

В данной работе изучено влияние различных масличных жмыхов (тыквенного, льняного, арахисового, соевого и подсолнечного) на показатели качества пшеничного хлеба, изготовленного с использованием закваски. Исследование охватывает физико-химические характеристики, включая уровень влажности, кислотность и пористость, а также анализ содержания токсичных элементов (свинца, мышьяка, кадмия и ртути) после выпекания согласно нормам ГОСТ. Методология исследования включала экспериментальное обогащение пшеничного хлеба 5% различных видов жмыхов, лабораторный анализ физико-химических показателей, а также количественное определение содержания токсичных элементов с использованием следующих методов: влажность определяли по ГОСТ 21094-75, кислотность – методом титрования согласно ГОСТ 5670-96, пористость – в соответствии с ГОСТ 5669-96, содержание тяжелых металлов – методами спектрометрического анализа (ГОСТ 33824-2016, ГОСТ 31628-2012, ГОСТ 26927-86). В ходе эксперимента установлено, что добавление 5% жмыха (тыквенного, льняного, арахисового, соевого и подсолнечного) способствует изменению физико-химических свойств хлеба, не изменяя его традиционный вкус и текстуру. Соевый жмых повышает пористость, арахисовый помогает удерживать влагу, а льняной и подсолнечный увеличивают кислотность продукта. Определено, что уровень токсичных элементов в исследуемых образцах не превышает допустимые нормы, что подтверждает безопасность продукта. Полученные данные демонстрируют значимость и безопасность применения масличных жмыхов в хлебопекарной отрасли, позволяя повысить функциональную ценность изделий, снизить себестоимость производства и поддержать принципы рационального использования сырья. Таким образом, применение растительных жмыхов открывает новые возможности для расширения ассортимента функциональных хлебобулочных изделий и отвечает современным требованиям рынка.

Ключевые слова: масличные жмыхи, пшеничный хлеб, закваска, физико-химические свойства, структура хлеба, содержание токсичных элементов, функциональная ценность.

ЖМЫХ ҚОСЫЛҒАН НАН: ҚАУІПСІЗДІКKE, ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҚҚА ЖӘНЕ ОРГАНОЛЕПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРГЕ ӘСЕРІ

¹М.Е. БЕКБОЛАТОВА*, ¹Н.С. МАШАНОВА, ²М.Е. СМАҒҰЛОВА

(¹ С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62

²Астана медицина университеті,

Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Бейбітшілік көшесі, 49А)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: mariambekbolatova93@gmail.com*

Бұл зерттеуде әртүрлі майлы дақылдар жмыхтарының (асқабақ, зығыр, жержаңғақ, соя және күнбағыс) ашытқы қосылған бидай нанының сапалық көрсеткіштеріне әсері қарастырылды. Зерттеу физика-химиялық қасиеттерді, соның ішінде ылғалдылық деңгейін, қышқылдықты және кеуектілікті, сондай-ақ пісіргеннен кейінгі уытты элементтердің (қорғасын, мышьяк, кадмий және сынап) құрамын МЕМСТ стандарттарына сәйкес анықтауды қамтиды. Зерттеу әдістемесі бидай нанына 5% мөлшерінде әртүрлі жмыхтарды қосу, зертханалық жағдайда физика-химиялық көрсеткіштерді талдау және уытты элементтердің мөлшерін сандық әдістермен анықтауды қамтиды. Ылғалдылық МЕМСТ 21094-75 бойынша, қышқылдық МЕМСТ 5670-96 стандартына сәйкес титрлеу әдісімен, кеуектілік МЕМСТ 5669-96 әдістемесімен зерттелді. Ауыр металдардың құрамын спектрометриялық әдістермен анықтау үшін МЕМСТ 33824-2016, МЕМСТ 31628-2012 және МЕМСТ 26927-86 қолданылды. Эксперимент нәтижелері 5% жмых (асқабақ, зығыр, жержаңғақ, соя және күнбағыс) қосу нанның физика-химиялық қасиеттерін өзгертетінін, бірақ оның дәстүрлі дәмі мен құрылымын сақтайтынын көрсетті. Соя жмыхы нанның кеуектілігін арттырады, жержаңғақ жмыхы ылғалды сақтауға көмектеседі, ал зығыр мен күнбағыс жмыхтары өнімнің қышқылдығын жоғарылатады. Зерттелген үлгілердегі уытты элементтердің деңгейі белгіленген шекті мөлшерден аспайды, бұл өнімнің қауіпсіздігін растайды. Алынған нәтижелер наубайхана өнеркәсібінде майлы дақылдар жмыхтарын пайдаланудың маңыздылығы мен қауіпсіздігін көрсетеді, бұл өнімдердің функционалдық құндылығын арттыруға, өндіріс шығындарын азайтуға және шикізатты тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Осылайша, өсімдік жмыхтарын қолдану функционалдық нан-тоқаш өнімдерінің ассортиментін кеңейтуге жаңа мүмкіндіктер ашып, нарықтың қазіргі талаптарына сәйкес келеді.

Негізгі сөздер: майлы дақылдар жмыхтары, бидай наны, ашытқы, физика-химиялық қасиеттер, нан құрылымы, токсикалық элементтердің мөлшері, функционалдық құндылық.

BREAD WITH OILSEED CAKE: IMPACT ON SAFETY, NUTRITIONAL VALUE, AND ORGANOLEPTIC PROPERTIES

¹М.Е. BEKBOLATOVA*, ¹Н.С. MASHANOVA, ²М.Е. SMAGULOVA

(¹ S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University,
Kazakhstan, 010000, Astana, Zhenis Ave., 62

²Astana Medical University,

Kazakhstan, 010000, Astana, Beibitshilik str., 49A)

Corresponding author e-mail: mariambekbolatova93@gmail.com*

This study examines the impact of various oilseed cakes (pumpkin, flaxseed, peanut, soybean, and sunflower) on the quality parameters of wheat bread made with sourdough. The research covers physicochemical characteristics, including moisture content, acidity, and porosity, as well as the determination of toxic elements (lead, arsenic, cadmium, and mercury) after baking, in accordance with GOST standards. The research methodology involved the experimental enrichment of wheat bread with 5% of different oilseed cakes, laboratory analysis of physicochemical indicators, and quantitative determination of toxic element content using standard methods. Moisture content was determined following GOST 21094-75, acidity was analyzed by titration according to GOST 5670-96, and porosity was measured using GOST 5669-96. The concentration of heavy metals was assessed using spectrometric methods in accordance with GOST 33824-2016, GOST 31628-2012, and GOST 26927-86. The experiment demonstrated that the addition of 5% oilseed cake (pumpkin, flaxseed, peanut, soybean, and sunflower) alters the physicochemical properties of bread while maintaining its traditional taste and texture. Soybean cake increased porosity, peanut cake contributed to moisture retention, while flaxseed and sunflower cakes enhanced acidity. The analysis confirmed that the levels of toxic elements in the tested samples did not exceed permissible limits, ensuring product safety. The obtained results highlight the importance and safety of using oilseed cakes in the baking industry, allowing for the enhancement of

functional value, reduction of production costs, and promotion of sustainable raw material utilization. Thus, the incorporation of plant-based oilseed cakes presents new opportunities for expanding the range of functional bakery products while meeting modern market demands.

Keywords: oilseed cakes, wheat bread, sourdough, physicochemical properties, bread structure, toxic element content, functional value.

Введение

Жмых - это вторичный продукт масличного производства, представляющий ценный компонент для обогащения пищевых продуктов. Жмыхи, в отличие от шротов, производятся путем механического прессования семян масличных культур, что исключает применение органических растворителей. Благодаря этому в их составе отсутствуют следы таких веществ, что делает жмыхи более натуральными и безопасными для использования в пищевой промышленности. Добавление жмыхов в пшеничный хлеб является эффективным способом повышения его пищевой ценности без значительного изменения вкусовых и текстурных характеристик. Потребители, как правило, придерживаются традиционных предпочтений в отношении хлеба, добавление жмыхов 5% позволяет улучшить его функциональные свойства без радикального изменения органолептических качеств (вкус, запах, цвет) [1, 2].

Согласно проведенному опросу в 2021 году, 63% потребителей готовы попробовать хлеб с добавлением растительных компонентов, если это способствует улучшению его пищевой ценности, но при этом 47% респондентов предпочитают, чтобы вкус оставался традиционным. Кроме того, результаты опроса показали, что для большинства покупателей важна доступность продукта, а добавление жмыхов позволяет повысить его питательную ценность без значительного увеличения себестоимости. Данные опроса (Бекболатова М.Е., Машанова Н.С.) подтверждают актуальность исследования, представленного в данной статье. Они свидетельствуют о потенциальной востребованности хлеба с добавлением жмыхов среди потребителей, а также подчеркивают важность сохранения традиционных органолептических характеристик при обогащении продукта. Включение жмыхов в состав хлеба позволяет достичь баланса между улучшением пищевой ценности и соблюдением потребительских предпочтений, что делает данный подход перспективным с точки зрения расширения ассортимента функциональных хлебобулочных изделий [3, 4].

Таким образом, добавление жмыхов в пшеничный хлеб является перспективным направлением, отвечающим как требованиям производителей, так и ожиданиям потребителей, обеспечивая питательную ценность, доступность и сохранение традиционного вкуса.

Материалы и методы исследований

Исследование проводилось на базе Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина. Целью работы является повышение пищевой ценности пшеничного хлеба путем его обогащения жмыхом и изучение влияния на физико-химические свойства хлеба и уровень токсичных элементов в готовом пшеничном хлебе.

Определение влажности хлеба проводили в соответствии с ГОСТ 21094-75. Метод основан на измерении потери массы образца при высушивании до постоянной величины, что позволяет установить содержание влаги в хлебобулочном изделии [5].

Кислотность хлеба определяли согласно ГОСТ 5670-96 методом титрования водной вытяжки из мякиша раствором щелочи. Этот показатель характеризует степень кислотности продукта, обусловленную наличием органических кислот [6].

Пористость хлеба оценивали в соответствии с ГОСТ 5669-96. Метод включает измерение относительного объема пор в структуре мякиша с использованием аппарата Журавлева, что позволяет определить воздушную структуру хлеба и его текстурные характеристики [7].

Содержание токсичных элементов в хлебе определяли по следующим нормативным методам: свинец – ГОСТ 33824-2016, метод атомно-абсорбционной спектрометрии; мышьяк – ГОСТ 31628-2012, метод спектрометрического анализа; кадмий – ГОСТ 33824-2016, аналогично методу определения свинца; ртуть – ГОСТ 26927-86, метод холодного паробразования с последующим спектрометрическим анализом [8-11].

Применение данных методик обеспечивает высокую точность и достоверность результатов анализа, позволяя объективно

оценить качество и безопасность хлебобулочных изделий.

Технология производства хлеба.

Рецептура хлеба разрабатывалась на основе патента "Технология производства функционального хлеба" Бекболатовой М.Е. и Машановой Н.С [12].

Таблица 1. Состав рецептуры на 100 кг готового хлеба

Ингредиент	Массовая доля (%)	Масса (кг)
Мука пшеничная 1 сорта	68,65%	68,65 кг
Жмых	5,00%	5,00 кг
Закваска	23,57%	23,57 кг
Соль	1,68%	1,68 кг
Дрожжи	0,67%	0,67 кг

Технологический процесс производства хлеба

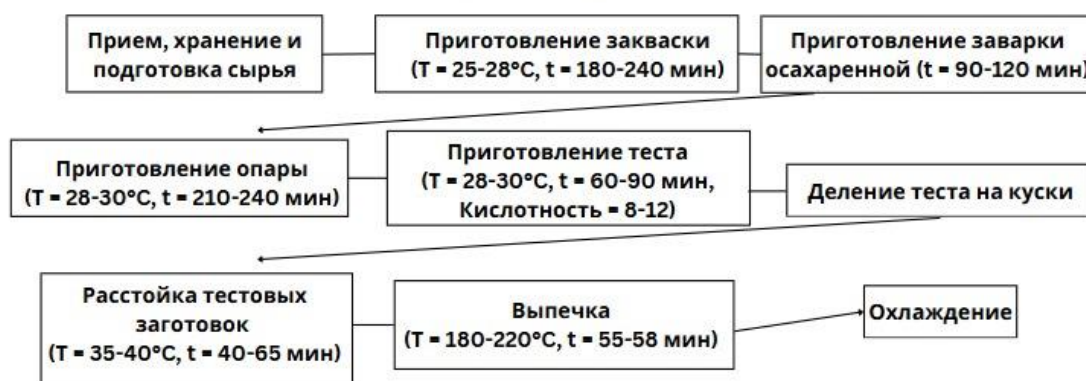


Рисунок 1. Этапы технологического процесса

Технологический процесс (рисунок 1) производства хлеба включает несколько этапов. На этапе подготовки ингредиентов отмеривается необходимое количество муки и жмыха, а закваска разводится в теплой воде. Затем следует замес теста, который начинается со смешивания сухих ингредиентов с закваской и оставления теста на 30 минут для автолиза. После этого добавляются дрожжи и соль, а тесто замешивается до однородной консистенции. Этап брожения предусматривает выдерживание теста при температуре 22-24 °C в течение 2 часов. На этапе формовки тесто делится на порции по 500 г, укладывается в формы и оставляется на ферментацию при 35 °C в течение 2,5 часов. Выпечка осуществляется при температуре 185 °C в течение 40 минут, при этом первые 5 минут идет подача пара для образования хрустящей корки. Добавление 5% жмыха обогащает хлеб пищевыми волокнами, белком и витаминами группы В, паровая обработка улучшает текстуру и продлевает срок хранения, а использование закваски повышает усвояемость продукта и положительно влияет на вкусовые качества. Все

этапы выполнялись в лабораторных условиях с учетом ГОСТ 31805-2018, а контроль влажности, кислотности и пористости проводился спустя 24 часа после выпечки для учета стабилизации структуры хлеба.

Результаты и их обсуждение

Согласно результатам исследований, различные виды жмыха оказывают разное влияние на структурную матрицу теста, что сказывается на пористости хлеба. Эти изменения обусловлены высоким содержанием клетчатки и остаточных липидов в жмыхах, что влияет на формирование и свойства теста. Структурные изменения теста при добавлении жмыхов связаны с их воздействием на глютенную матрицу. В частности, наличие клетчатки может снижать эластичность теста, изменяя его механические свойства. Однако при добавлении жмыхов в количестве до 5% изменения в структуре теста и конечного продукта остаются минимальными и не оказывают негативного влияния на органолептические характеристики хлеба.

Таблица 2. Результаты испытаний

Жмых	Наименование показателей, единицы измерения		
	Влажность, %	Кислотность, град	Пористость, %
№1 (тыквенный)	44,7	2,3	67,1
№2 (соевый)	38,2	2,4	76,5
№3 (подсолнечный)	43,95	2,7	69,6
№4 (арахисовый)	45,85	3,2	64,2
№5 (льняной)	42,92	1,0	57,0

Таблица 2 предоставляет данные о результатах физико-химических испытаний хлеба с добавлением различных видов жмыха (тыквенного, соевого, подсолнечного, арахисового и льняного).

Анализ данных позволяет выявить следующие ключевые наблюдения:

- хлеб с добавлением соевого и подсолнечного жмыха обладает оптимальным сочетанием высокой пористости и умеренной влажности, что делает его привлекательным для потребителей, предпочитающих воздушный и мягкий хлеб.

- арахисовый жмых способствует увеличению влажности и кислотности, что положительно влияет на вкус, но делает текстуру более плотной.

- льняной жмых обеспечивает нейтральный вкус и снижает кислотность, но при этом

уменьшает пористость, что подходит для продуктов с плотной текстурой.

Данные анализа согласуются с исследованиями, опубликованными в [13-17], и подтверждают, что различные виды жмыхов оказывают существенное влияние на текстуру, вкус и органолептические свойства хлеба. Эти результаты могут быть использованы для адаптации рецептур в соответствии с предпочтениями целевой аудитории.

Наибольшая влажность наблюдается у хлеба с добавлением арахисового жмыха (45,85%), что свидетельствует о его способности удерживать влагу. Минимальная влажность у хлеба с добавлением соевого жмыха (38,2%), что может указывать на более плотную текстуру хлебного мякиша (рис. 2).

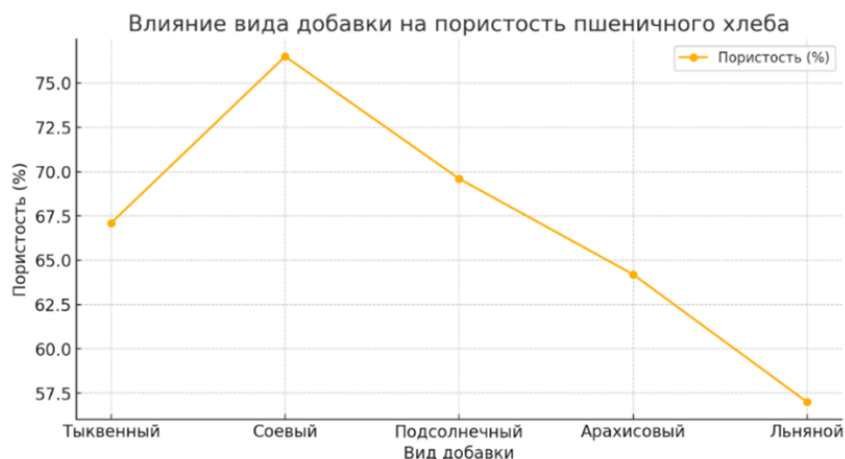


Рисунок 2. Влияние жмыхов на пористость хлеба

Максимальная пористость отмечена у хлеба с добавлением соевого жмыха (76,5%), что способствует лёгкости и воздушности продукта. Минимальная пористость наблюдается у хлеба с льняным жмыхом (57,0%), что может указывать на более плотную структуру.

Согласно проведённым испытаниям, содержание тяжёлых металлов в пшеничном

хлебе с добавлением различных видов жмыхов не превышает предельно допустимых концентраций (ПДК), установленных нормативными документами (НД) и нормативно-правовыми актами (НПА). Это подтверждает соответствие продукта требованиям безопасности и возможность его использования в пищевой промышленности (табл. 3).

Таблица 3. Содержание токсичных элементов в различных видах жмыхов в сравнении с нормативными значениями

Токсичные элементы, мг/кг	Нормы по НД (НПА)	Тыквенный жмых	Соевый жмых	Подсолнечный жмых	Арахисовый жмых	Льняной жмых
Свинец	не более 0,35	0,0095	0,0066	0,0097	0,0096	0,0088
Мышьяк	не более 0,15	0,0067	0,0051	0,0055	0,0058	0,0057
Кадмий	не более 0,07	0,011	0,014	0,015	0,0039	0,010
Ртуть	не более 0,015	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено

Результаты анализа показали, что наименьшее количество тяжёлых металлов содержится в хлебе с добавлением соевого и арахисового жмыха, однако и в других образцах содержание тяжёлых металлов не превышает норм, установленных нормативными документами, что показывает безопасность конечного продукта. Отсутствие ртути во всех образцах указывает на экологическую чистоту исследуемого растительного сырья.

Таким образом, полученные данные подтверждают высокий уровень безопасности растительных жмыхов, что позволяет рекомендовать их в качестве функциональных добавок в хлебопекарной промышленности. Включение жмыхов в состав хлебобулочных изделий не только повышает их пищевую ценность, но и соответствует современным требованиям безопасности пищевой продукции.

Обсуждение научных результатов

Добавление масличных жмыхов заметно влияет на состав и структуру пшеничного хлеба, изменяя его влажность, кислотность и пористость. Каждый вид жмыхов обладает своими особенностями:

-Соевый жмых способствует большей пористости и снижает влажность, делая хлеб более легким и воздушным.

-Арахисовый жмых, напротив, удерживает влагу и увеличивает кислотность, что делает мякиш более плотным.

-Льняной жмых уменьшает кислотность и снижает пористость, формируя более плотную текстуру.

Исследование показало, что содержание токсичных элементов в образцах хлеба с добавлением жмыхов остается в пределах

нормативных значений, подтверждая безопасность такого сырья.

Заключение, выводы

Результаты исследования подтвердили, что добавление жмыхов в пшеничный хлеб улучшает его пищевую ценность без значительных изменений органолептических характеристик. Соевый и подсолнечный жмых обеспечивают оптимальную пористость и текстуру, тогда как льняной снижает кислотность, а арахисовый увеличивает влажность. Использование жмыхов в хлебопечении не только способствует рациональному использованию сырья, но и расширяет ассортимент функциональных хлебобулочных изделий.

Благодарность, конфликт интересов (финансирование)

Статья написана в рамках научно-технической программы программно-целевого финансирования Республики Казахстан: ИРН BR12967830 "Разработка инструментов технического регулирования для повышения эффективности, безопасности, ресурсосбережения в производстве пищевых продуктов и экологически чистой упаковки." Авторы выражают благодарность РГП "Казахстанский институт стандартизации и метрологии" Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан за поддержку. Конфликт интересов отсутствует.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов А., Петров Б. Пищевая ценность хлебопродуктов, обогащенных масличными жмыхами // Журнал пищевой науки. – 2021. – Т. 56, № 3. – С. 102-115.

2. Смит Дж., Браун Д. Улучшение структуры хлебобулочных изделий за счет пищевых волокон // Международный журнал пищевой науки. – 2022. – Т. 60, № 1. – С. 145-158.

3. Бекболатова М.Е., Машанова Н.С. Анализ состояния потребительского рынка в Казахстане и в городе Нур-Султан II Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция «АПК России: образование, наука, производство». – Пенза: РИО ПГАУ, 2021. – С. 20-24.

4. Бекболатова М.Е., Машанова Н.С. Влияние льняного жмыха и пивной дробины на характеристики пшеничного хлеба // Вестник Алматинского технологического университета. – 2024. – Т. 146, № 4. – С. 70-78. – DOI: 10.48184/2304-568X-2024-4-70-78.

5. ГОСТ 21094-75. Хлеб и хлебобулочные изделия. Методы определения влажности. – Москва: Стандартинформ, 1975. – 12 с.

6. ГОСТ 5670-96. Хлеб и хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности. – Москва: Стандартинформ, 1996. – 15 с.

7. ГОСТ 5669-96. Хлеб и хлебобулочные изделия. Методы определения пористости. – Москва: Стандартинформ, 1996. – 18 с.

8. ГОСТ 33824-2016. Продукты пищевые. Определение содержания свинца методом атомно-абсорбционной спектроскопии. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 20 с.

9. ГОСТ 31628-2012. Продукты пищевые. Определение содержания мышьяка методом спектрометрического анализа. – Москва: Стандартинформ, 2012. – 22 с.

10. ГОСТ 33824-2016. Продукты пищевые. Определение содержания кадмия методом атомно-абсорбционной спектроскопии. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 20 с.

11. ГОСТ 26927-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения содержания ртути методом холодного паробразования с последующим спектрометрическим анализом. – Москва: Стандартинформ, 1986. – 18 с.

12. Бекболатова М.Е., Болсхан Б., Машанова Н.С. Способ изготовления хлеба // Патент KZ 9302 U. – 2024. – Оpubл. 28.06.2024, бюл. №26.

13. Чен Л., Ли К. Белковая и антиоксидантная ценность хлеба с добавлением масличных жмыхов // Исследования в области пищевой химии. – 2021. – Т. 34, № 4. – С. 312-325.

14. Браун Д., Уонг Х. Влияние пищевых волокон из жмыхов на текстуру и срок хранения хлеба // Европейский журнал пищевых технологий. – 2020. – Т. 42, № 3. – С. 211-223.

15. Ванг Х., Ли С. Модификация клейковинной сети хлеба за счет растительных остатков // Журнал прикладных пищевых наук. – 2023. – Т. 75, № 2. – С. 54-67.

16. Росси Ф., Картер Э. Восприятие потребителями хлеба с высоким содержанием

пищевых волокон // Исследования в области питания. – 2021. – Т. 59, № 1. – С. 88-101.

17. Ли С., Чой Ю. Сенсорные и структурные свойства хлеба из композитной муки // Международный журнал сенсорных исследований. – 2022. – Т. 44, № 4. – С. 209-221.

REFERENCES

1. Ivanov A., Petrov B. Pishchevaya tsennost' khlebobproduktov, obogashchennykh maslichnymi zhmikhami [Nutritional value of bakery products enriched with oilseed cakes] // Zhurnal pishchevoy nauki. – 2021. – Vol. 56, No. 3. – P. 102-115.

2. Smith J., Brown D. Uluchshenie struktury khlebobulochnykh izdeliy za schet pishchevykh volokon [Improvement of the structure of bakery products due to dietary fibers] // Mezhdunarodnyy zhurnal pishchevoy nauki. – 2022. – Vol. 60, No. 1. – P. 145-158.

3. Bekbolatova M.E., Mashanova N.S. Analiz sostoyaniya potrebitel'skogo rynka v Kazakhstane i v gorode Nur-Sultan [Analysis of the consumer market in Kazakhstan and the city of Nur-Sultan] // II Vserossiyskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya "APK Rossii: obrazovanie, nauka, proizvodstvo". – Penza: RIO PGAU, 2021. – P. 20-24.

4. Bekbolatova M.E., Mashanova N.S. Vliyanie lnyanogo zhmikha i pivnoy drobinny na kharakteristiki pshenichnogo khleba [Influence of flaxseed meal and brewing grains on the characteristics of wheat bread] // Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2024. – Vol. 146, No. 4. – P. 70-78. – DOI: 10.48184/2304-568X-2024-4-70-78.

5. GOST 21094-75. Khleb i khlebobulochnye izdeliya. Metody opredeleniya vlazhnosti [Bread and bakery products. Methods for determining moisture content]. – Moscow: Standartinform, 1975. – 12 p.

6. GOST 5670-96. Khleb i khlebobulochnye izdeliya. Metody opredeleniya kislotnosti [Bread and bakery products. Methods for determining acidity]. – Moscow: Standartinform, 1996. – 15 p.

7. GOST 5669-96. Khleb i khlebobulochnye izdeliya. Metody opredeleniya poristosti [Bread and bakery products. Methods for determining porosity]. – Moscow: Standartinform, 1996. – 18 p.

8. GOST 33824-2016. Produkty pishchevye. Opredelenie soderzhaniya svintsya metodom atomno-absorbtsionnoy spektrometrii [Food products. Determination of lead content by atomic absorption spectrometry]. – Moscow: Standartinform, 2016. – 20 p.

9. GOST 31628-2012. Produkty pishchevye. Opredelenie soderzhaniya mysh'yaka metodom spektrometricheskogo analiza [Food products. Determination of arsenic content by spectrometric analysis]. – Moscow: Standartinform, 2012. – 22 p.

10. GOST 33824-2016. Produkty pishchevye. Opredelenie soderzhaniya kadmiya metodom atomno-absorbtsionnoy spektrometrii [Food products. Determination of cadmium content by atomic

absorption spectrometry]. – Moscow: Standartinform, 2016. – 20 p.

11. GOST 26927-86. Syr'e i produkty pishchevye. Metody opredeleniya soderzhaniya rtuti metodom kholodnogo paroobrazovaniya s posleduyushchim spektrometricheskim analizom [Raw materials and food products. Methods for determining mercury content by cold vapor generation with subsequent spectrometric analysis]. – Moscow: Standartinform, 1986. – 18 p.

12. Bekbolatova M.E., Bolskhan B., Mashanova N.S. Sposob izgotovleniya khleba [Method for making bread] // Patent KZ 9302 U. – 2024. – Publ. 28.06.2024, Bull. No. 26.

13. Chen L., Li K. Belkovaya i antioksidantnaya tsennost' khleba s dobavleniem maslichnykh zhmikhov [Protein and antioxidant value of bread with the addition of oilseed cakes] // Issledovaniya v oblasti pishchevoy khimii. – 2021. – Vol. 34, No. 4. – P. 312-325.

14. Brown D., Wong H. Vliyanie pishchevykh volokon iz zhmikhov na teksturu i srok khraneniya

khleba [Effect of dietary fibers from oilseed cakes on the texture and shelf life of bread] // Yevropeyskiy zhurnal pishchevykh tekhnologiy. – 2020. – Vol. 42, No. 3. – P. 211-223.

15. Wang H., Li S. Modifikatsiya kleykovinnoy seti khleba za schet rastitel'nykh ostatkov [Modification of gluten network in bread due to plant residues] // Zhurnal prikladnykh pishchevykh nauk. – 2023. – Vol. 75, No. 2. – P. 54-67.

16. Rossi F., Carter E. Vospriyatie potrebitelem khleba s vysokim soderzhaniem pishchevykh volokon [Consumer perception of high-fiber bread] // Issledovaniya v oblasti pitaniya. – 2021. – Vol. 59, No. 1. – P. 88-101.

17. Li S., Choi Y. Sensornye i strukturnye svoystva khleba iz kompozitnoy muki [Sensory and structural properties of composite flour bread] // Mezhdunarodnyy zhurnal sensorykh issledovaniy. – 2022. – Vol. 44, No. 4. – P. 209-221.