

Кайрат Серикжанович Бекбаев – кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Shakarim University, Семей, Казахстан; e-mail: k_bekbaev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9591-0370>.

Ақерке Төлеуғазықызы – PhD, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан; e-mail: akerke.0192t@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2061-1699>.

Жанар Қалибекқызы – кандидат биологических наук, ассоциированный профессор, Shakarim University, Семей, Казахстан; e-mail: zhanar_moldabaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6384-0646>.

Қуаныш Панарбекұлы Молдакашев – PhD докторант, Shakarim University, Казахстан; e-mail: kuanysh.moldakashev@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7108-3129>.

Received 01.10.2025

Revised 13.11.2025

Accepted 14.11.2025

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-4\(20\)-55](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-4(20)-55)

МРНТИ: 65.09.30



А.О. Майжанова*, К.Ж. Амирханов, Г.Н. Нұрымхан, Ш.К. Жакупбекова, А.А. Даутова

Шәкәрім университет,

071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

*e-mail: fquekm2710@mail.ru.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТЕЙ КОМПОЗИТНОЙ МУКИ ИЗ ЛЬНЯНОГО И КОНОПЛЯНОГО ЖМЫХА

Аннотация: В современных исследованиях функциональных продуктов питания особое внимание уделяется разработке композитных ингредиентов, способных обогащать рацион белком, витаминами, минералами и биологически активными соединениями. В настоящей работе проведен комплексный анализ композитной муки, полученной из льняного и конопляного жмыха в соотношении 1:1, с целью оценки её физико-химических характеристик, витаминного и минерального состава, аминокислотного профиля и антиоксидантной активности, а также определения потенциала применения в функциональных и обогащённых продуктах питания.

Результаты исследования продемонстрировали, что композитная мука обладает существенно более высоким содержанием пищевых волокон – $11,03 \pm 0,13$ %, по сравнению с пшеничной мукой высшего сорта ($0,1-0,15 \pm 0,02$ %). Анализ витаминного состава показал наличие значительных количеств витамина Е ($92,02 \pm 0,96$ мг/100 г) и витаминов группы В (В1, В2, В3, В5, В6, фолиевая кислота), содержание которых многократно превышает показатели пшеничной муки. Минеральный профиль характеризуется повышенным содержанием железа ($11,70 \pm 0,14$ мг/100 г), магния ($256,7 \pm 3,1$ мг/100 г), кальция ($200,17 \pm 2,41$ мг/100 г), фосфора ($582,10 \pm 6,98$ мг/100 г) и цинка ($3,56 \pm 0,04$ мг/100 г), а наличие йода ($0,0069 \pm 0,0001$ мг/100 г) расширяет спектр микроэлементов.

Аминокислотный анализ показал высокое содержание незаменимых и условно незаменимых аминокислот, включая аргинин, лизин, лейцин, изолейцин, валин и метионин, что подтверждает высокую биологическую ценность белка. Композитная мука также обладает выраженной антиоксидантной активностью, обеспечивая защиту липидных и белковых структур от окислительных процессов.

Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности использования композитной муки из льняного и конопляного жмыха в рецептурах функциональных, обогащённых и профилактических продуктов питания, включая мясорастительные изделия, с целью повышения нутритивной ценности, улучшения технологических свойств и пролонгации срока хранения.

Ключевые слова: композитная мука; конопляный жмых; льняной жмых; пищевая ценность; биологическая ценность; аминокислотный состав; функциональные продукты питания.

Введение

В последние годы растёт интерес к созданию функциональных продуктов питания с использованием растительных компонентов, способных улучшать здоровье человека и компенсировать недостаток отдельных нутриентов [1, 2]. Льняной и конопляный жмых представляют собой богатые источники белка, пищевых волокон, витаминов, минералов и биологически активных соединений. Совместное использование этих компонентов позволяет получить композитные продукты с повышенной питательной и биологической ценностью [3].

Целью исследования было комплексное изучение свойств композитной муки из жмыха льна и конопли (1:1), включая физико-химические показатели, витаминный и минеральный состав, аминокислотный профиль и антиоксидантную активность, а также оценка её потенциального использования в функциональных пищевых продуктах.

Жмых конопли, образующийся после отжима масла из семян конопли, представляет собой богатый источник высококачественного растительного белка (содержание которого достигает 30-35%), пищевых волокон и биоактивных соединений, включая полиненасыщенные жирные кислоты, антиоксиданты, витамины и минералы. [3] Белок конопляного жмыха характеризуется сбалансированным аминокислотным профилем, что делает его подходящим для обогащения мясных продуктов, улучшая их питательную ценность и способствуя более сбалансированному рациону питания. Кроме того, клетчатка, содержащаяся в жмыхе, способствует улучшению пищевой структуры и консистенции мясных изделий, а также может увеличить срок хранения за счёт улучшения водоудерживающей способности и снижения окислительных процессов [4, 5].

Льняной жмых, получаемый как побочный продукт при производстве льняного масла, является ценным источником белка (до 35%) и пищевых волокон, а также содержит лигнаны – биологически активные вещества с мощным антиоксидантным и антиканцерогенным действием [6]. Введение льняного жмыха в мясные продукты способствует повышению функциональности изделия, улучшению текстуры и вкусовых характеристик, а также обогащению продукта полезными нутриентами, включая омега-3 жирные кислоты. Высокое содержание пищевых волокон в льняном жмыхе способствует снижению калорийности конечного продукта и благоприятно влияет на пищеварение [7, 8].

Соотношение льняного и конопляного жмыха в составе композитной муки было установлено 1:1. Выбор соотношения 1:1 обусловлен прагматичным сочетанием пищевой и технологической аргументации. Льняная мука характеризуется высоким содержанием α -линоленовой кислоты (ω -3), значительным содержанием растительного белка и растворимых пищевых волокон (лигнаны, слизистые вещества), тогда как конопляная мука богата незаменимыми аминокислотами, содержит больше нерастворимой клетчатки и превосходит по содержанию макро- и микроэлементов (Fe, Mg, P, Ca, Zn). Равное сочетание компонентов обеспечивает взаимное дополнение их нутриентных профилей, повышая суммарное содержание белка и пищевых волокон, расширяя спектр витаминов и минералов, а также улучшая технологические свойства смеси: льняная мука улучшает водо- и жиропоглощение, конопляная – стабилизирует текстуру и смягчает выраженные органолептические эффекты льна [9, 10].

Условия и методы исследования

Исследования комбинированной муки, полученной из конопляного и льняного жмыха, проводились в лабораториях Исследовательской школы пищевой инженерии НАО «Шәкәрім университет» и Научно-исследовательской лаборатории по оценке качества и безопасности продовольственных продуктов АО «Алматинский технологический университет».

Физико-химические показатели (массовая доля клетчатки, содержание β -каротина, витаминов, антиоксидантов и минеральных веществ) определялись по стандартным методикам согласно требованиям ГОСТ. Аминокислотный состав анализировался методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Условия проведения испытаний: температура – $(21 \pm 1)^\circ\text{C}$, относительная влажность воздуха – 64 %.

Результаты и их обсуждение

В результате проведённых исследований были определены физико-химические, витаминные, минеральные и аминокислотные показатели композитной муки, полученной из смеси льняного и конопляного жмыха, а также произведено сравнение с показателями пшеничной муки высшего сорта (табл. 1-4).

Анализ данных показывает, что композитная мука существенно превосходит пшеничную по содержанию пищевых волокон. Массовая доля клетчатки в композитной муке ($11,03 \pm 0,13$ %) значительно выше, чем в пшеничной ($0,1-0,15 \pm 0,02$ %). Высокое содержание клетчатки обусловлено природной структурой льняного и конопляного жмыха, богатых нерастворимыми и растворимыми пищевыми волокнами. Это свидетельствует о потенциально более выраженных функционально-технологических свойствах, таких как влагосвязывающая способность и влияние на пищевую ценность готового продукта.

Таблица 1 – Физико-химические показатели композитной и пшеничной муки

№	Показатель	Композитная мука	Пшеничная мука*, (высший сорт)	НД на методы испытаний
1.	Массовая доля клетчатки, %	11,03 ± 0,13	0,1-0,15 ± 0,02	ГОСТ 31675-2012
2.	β-каротин, мг/100 г	0,083 ± 0,0009	-	ГОСТ Р 54058-2010
3.	Жирорастворимые антиоксиданты, мг/г	0,41±0,0040	0,083 ± 0,005	ГОСТ Р 54037-2010
4.	Водорастворимые антиоксиданты, мг/г	1,37±0,0036	0,1-0,4 ± 0,05	ГОСТ Р 54037-2010

* – Представленные значения получены на основе литературных источников

Композитная мука также характеризуется содержанием β-каротина 0,083 ± 0,0009 мг/100 г, который практически отсутствует в пшеничной муке, что может повышать антиоксидантный потенциал готовых продуктов.

Показатели антиоксидантной активности также значительно отличаются между видами муки. Композитная мука содержит 0,41 ± 0,0040 мг/г жирорастворимых антиоксидантов и 1,37 ± 0,0036 мг/г водорастворимых антиоксидантов. В пшеничной муке эти показатели существенно ниже (в среднем 0,083 ± 0,005 мг/г и 0,1-0,4 ± 0,05 мг/г). Это подтверждает, что включение муки из льняного и конопляного жмыха значительно повышает антиоксидантный потенциал продукта, что особенно важно для улучшения его биологической ценности и пролонгации срока хранения.

Таблица 2 – Витаминный состав композитной и пшеничной муки

№	Показатель	Композитная мука, мг/100 г	Пшеничная мука*, мг/100 г	НД на методы испытаний
1.	Витамин Е	92,02 ± 0,96	1,4 ± 0,2	ГОСТ Р 54634-2011
2.	Витамин В ₁	0,890 ± 0,178	0,17 ± 0,02	ГОСТ 31483-2012
3.	Витамин В ₂	0,307 ± 0,128	0,04 ± 0,01	ГОСТ 31483-2012
4.	Витамин В ₃	2,45 ± 0,490	1,0 – 2,0 ± 0,3	ГОСТ 31483-2012
5.	Витамин В ₅	1,448 ± 0,289	0,3 ± 0,05	ГОСТ 31483-2012
6.	Витамин В ₆	0,526 ± 0,105	0,17 ± 0,03	ГОСТ 31483-2012
7.	Витамин В _с	0,401 ± 0,080	0,027 ± 0,005	ГОСТ 31483-2012

* – Представленные значения получены на основе литературных источников

Согласно данным таблицы 2, композитная мука, полученная из льняного и конопляного жмыха, характеризуется значительно более высоким содержанием витаминов по сравнению с пшеничной мукой. Это обусловлено природной биохимической ценностью масличных культур, являющихся источником жирорастворимых и водорастворимых витаминов.

Наиболее существенное отличие наблюдается по содержанию витамина Е. В композитной муке его количество составляет 92,02 ± 0,96 мг/100 г, что превышает значение пшеничной муки (1,4 ± 0,2 мг/100 г). Витамин Е является ключевым антиоксидантом, обеспечивающим защиту липидных структур от окисления, что дополнительно подтверждает высокий антиоксидантный потенциал композитной муки.

Высокий уровень витаминов группы В в композитной муке указывает на её потенциальную значимость для метаболических процессов в организме, включая участие в углеводном, белковом и жировом обмене.

Таблица 3 – Минеральный состав композитной муки и пшеничной муки

№	Показатель	Композитная мука, мг/100 г	Пшеничная мука*, мг/100 г	НД на методы испытаний
1.	Fe (железо)	11,70 ± 0,14	2,5 ± 0,5	ГОСТ 32343-2013
2.	Zn (цинк)	3,56 ± 0,04	1,25 ± 0,25	ГОСТ 32343-2013
3.	Mg (магний)	256,7 ± 3,1	40 ± 10	ГОСТ 32343-2013
4.	Ca (кальций)	200,17 ± 2,41	17,5 ± 2,5	ГОСТ 32343-2013
5.	P (фосфор)	582,10 ± 6,98	125 ± 25	ГОСТ 26657-97
6.	I (йод)	0,0069 ± 0,0001	-	МУК 4.1.1106-02

* – Представленные значения получены на основе литературных источников

Таким образом, композитная мука из льняного и конопляного жмыха содержит в несколько раз больше железа, магния и кальция, а также значительно превышает пшеничную муку по содержанию фосфора и цинка. Присутствие йода, хоть и в малом количестве ($0,0069 \pm 0,0001$ мг/100 г), расширяет минеральный профиль композитной муки по сравнению с пшеничной.

Высокое содержание макро- и микроэлементов объясняется биохимическими особенностями масличных культур, что делает композитную муку перспективным ингредиентом для обогащения пищевых продуктов и повышения пищевой ценности.

Таблица 4 – Аминокислотный состав композитной муки

№	Показатель	Массовая доля аминокислот, в %	
		Композитная мука	Пшеничная мука*
1.	Аргинин	$3,730 \pm 1,492$	$0,30 \pm 0,07$
2.	Лизин	$4,476 \pm 1,522$	$0,27 \pm 0,11$
3.	Тирозин	$1,567 \pm 0,470$	$0,39 \pm 0,06$
4.	Фенилаланин	$2,089 \pm 0,627$	$0,46 \pm 0,07$
5.	Гистидин	$1,567 \pm 0,783$	$0,15 \pm 0,06$
6.	Лейцин+изолейцин	$3,693 \pm 0,960$	$1,22 \pm 0,26$
7.	Метионин	$1,753 \pm 0,596$	$0,19 \pm 0,08$
8.	Валин	$4,103 \pm 1,641$	$0,24 \pm 0,10$
9.	Пролин	$3,245 \pm 0,844$	$1,01 \pm 0,33$
10.	Треонин	$2,462 \pm 0,985$	$0,16 \pm 0,05$
11.	Серин	$2,163 \pm 0,562$	$0,51 \pm 0,05$
12.	Аланин	$4,476 \pm 1,164$	$0,79 \pm 0,11$
13.	Глицин	$4,103 \pm 1,395$	$0,63 \pm 0,14$

* – Значения для пшеничной муки рассчитаны приблизительно, исходя из литературных данных по аминокислотам на 100 г белка и усреднённого содержания белка в муке (11 %).

Анализ данных показывает, что композитная мука существенно превосходит пшеничную по содержанию всех исследованных аминокислот. Высокое содержание незаменимых и условно незаменимых аминокислот в композитной муке объясняется использованием льняного и конопляного жмыха, богатого полноценным растительным белком. Это свидетельствует о потенциально более высокой биологической ценности и возможности обогащения готовых пищевых продуктов белком и незаменимыми аминокислотами. Превышение содержания аминокислот по сравнению с пшеничной мукой делает композитную муку перспективным компонентом для функциональных и обогащённых продуктов питания.

Заключение

Композитная мука на основе жмыха льна и конопли сочетает высокую пищевую и биологическую ценность благодаря сбалансированному содержанию белков, витаминов, минералов и антиоксидантов. Полученные данные подтверждают целесообразность её применения в рецептурах функциональных и специализированных пищевых продуктов. Продукт может быть рекомендован для использования в технологиях мясорастительных изделий и продуктов профилактического питания, способствующих укреплению здоровья и улучшению пищевого рациона населения.

Список литературы

1. Абдрахманова С.К. Биологическая ценность белка семян льна и конопли / С.К. Абдрахманова, А.К. Ибраева, А.Б. Рахимжанова // Вестник Шакарима. – 2022. – № 2. – С. 45-52.
2. Баймухаметов Б.К. Влияние растительных компонентов на качество мясных изделий / Б.К. Баймухаметов, Г.Х. Шаяхметова // Пищевая промышленность Казахстана. – 2020. – № 1. – С. 55-60.
3. Получение растительного белка из семян и жмыха промышленной конопли: обзор способов переработки для использования в пищевой промышленности / Д.И. Алексаночкин и др. // Пищевые системы. – 2024. – Т. 7, № 2. – С. 188-197. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-2-188-197>.

4. Enhancement of Protein Hydrolysis and Bioactivity in Hempseed Cake via Solid-State Fermentation Using *Aspergillus niger*, *Bacillus subtilis*, and *Lactobacillus rhamnosus* // Food and Bioprocess Technology. – 2025. – Vol. 18. – P. 8633-8651. <https://doi.org/10.1007/s11947-025-03940-4>.
5. Magalhães P. Hemp seeds, flaxseed, and açai berries: Health benefits and functional properties / P. Magalhães, R. Silva, F. Oliveira // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2022. – Vol. 18, № 1. – P. 45-62.
6. Hemp Seed Cake Flour as a Source of Proteins, Minerals and Polyphenols and Its Impact on the Nutritional, Sensorial and Technological Quality of Bread // Foods. – 2023. – № 12(23). – P. 4327. <https://doi.org/10.3390/foods12234327>.
7. Flaxseed Oilcake: An Ingredient with High Nutritional Value in the Realization of Innovative Food Products // Foods. – 2025. – № 14(7). – P. 1087. <https://doi.org/10.3390/foods14071087>.
8. Flax and flaxseed oil: An ancient medicine & modern functional food / A. Goyal et al // Journal of Food Science and Technology. – 2014. – № 51(9). – P. 1633-1653.
9. Аширова Г.К. Использование льняного жмыха в технологии мясных продуктов / Г.К. Аширова, С.Т. Тажибаева // Вестник Алматинского технологического университета. – 2021. – № 3. – С. 110-116.
10. Capcanari T. Hemp Seed Cake Flour as a Source of Proteins, Minerals, and Antioxidants / T. Capcanari, C. Radu, L. Dumitrescu // Food Chemistry. – 2023. – № 406. – P. 134987.

References

1. Abdrakhmanova S.K. Biologicheskaya tsennost' belka semyan l'na i konopli / S.K. Abdrakhmanova, A.K. Ibraeva, A.B. Rakhimzhanova // Vestnik Shakarima. – 2022. – № 2. – С. 45-52. (In Russian).
2. Baimukhametov B.K. Vliyanie rastitel'nykh komponentov na kachestvo myasnykh izdelii / B.K. Baimukhametov, G.KH. Shayakhmetova // Pishchevaya promyshlennost' Kazakhstana. – 2020. – № 1. – С. 55-60. (In Russian).
3. Poluchenie rastitel'nogo belka iz semyan i zhmykha promyshlennoi konopli: obzor sposobov pererabotki dlya ispol'zovaniya v pishchevoi promyshlennosti / D.I. Aleksanochkin i dr. // Pishchevye sistemy. – 2024. – Т. 7, № 2. – С. 188-197. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-2-188-197>. (In Russian).
4. Enhancement of Protein Hydrolysis and Bioactivity in Hempseed Cake via Solid-State Fermentation Using *Aspergillus niger*, *Bacillus subtilis*, and *Lactobacillus rhamnosus* // Food and Bioprocess Technology. – 2025. – Vol. 18. – P. 8633-8651. <https://doi.org/10.1007/s11947-025-03940-4>. (In English).
5. Magalhães P. Hemp seeds, flaxseed, and açai berries: Health benefits and functional properties / P. Magalhães, R. Silva, F. Oliveira // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2022. – Vol. 18, № 1. – P. 45-62. (In English).
6. Hemp Seed Cake Flour as a Source of Proteins, Minerals and Polyphenols and Its Impact on the Nutritional, Sensorial and Technological Quality of Bread // Foods. – 2023. – № 12(23). – R. 4327. <https://doi.org/10.3390/foods12234327>. (In English).
7. Flaxseed Oilcake: An Ingredient with High Nutritional Value in the Realization of Innovative Food Products // Foods. – 2025. – № 14(7). – R. 1087. <https://doi.org/10.3390/foods14071087>. (In English).
8. Flax and flaxseed oil: An ancient medicine & modern functional food / A. Goyal et al // Journal of Food Science and Technology. – 2014. – № 51(9). – P. 1633-1653. (In English).
9. Ashirova G.K. Ispol'zovanie l'nyanogo zhmykha v tekhnologii myasnykh produktov / G.K. Ashirova, S.T. Tazhibaeva // Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2021. – № 3. – С. 110-116. (In Russian).
10. Capcanari T. Hemp Seed Cake Flour as a Source of Proteins, Minerals, and Antioxidants / T. Capcanari, C. Radu, L. Dumitrescu // Food Chemistry. – 2023. – № 406. – R. 134987. (In English).

Информация о финансировании

Данное исследование выполнено в рамках грантового финансирования АР23484846 «Разработка технологии мясных полуфабрикатов из экологически чистого сырья, соответствующих современным требованиям пищевой безопасности и здорового питания», финансируемой Министерством науки и высшего образования Республики Казахстан.

ЗЫҒЫР ЖӘНЕ ҚАРАСОРА КҮНЖАРАСЫНАН АЛЫНҒАН КОМПОЗИТТІ ҰННЫҢ ТАҒАМДЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰНДЫЛЫҚТАРЫН ЗЕРТТЕУ

Функционалды тағамдарды заманауи зерттеулерде рационды ақуыздармен, дәрумендермен, минералдармен және биологиялық белсенді қосылыстармен байыта алатын композициялық ингредиенттерді жасауға ерекше назар аударылады. Бұл жұмыста зығыр мен қарасора күнжарасынан алынған композициялық ұнның физика-химиялық сипаттамаларын, дәрумендік және минералды құрамын, аминқышқылдарының профилін және антиоксиданттық белсенділігін бағалау, сондай-ақ функционалды және байытылған тағамдарда қолдану әлеуетін анықтау мақсатында 1:1 қатынасында кешенді талдау жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері композиттік ұнның жоғары сұрыпты бидай ұнымен ($0,1-0,15 \pm 0,02\%$) салыстырғанда диеталық талшықта айтарлықтай жоғары екенін көрсетті $-11,03 \pm 0,13\%$. Дәрумендік құрамды талдау Е дәрумені ($92,02 \pm 0,96$ мг/100 г) мен В тобындағы дәрумендердің (В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, фолий қышқылы) едәуір мөлшерінің болуын көрсетті, олардың құрамы бидай ұнының көрсеткіштерінен бірнеше есе жоғары. Минералды профиль темірдің ($11,70 \pm 0,14$ мг/100 г), магнийдің ($256,7 \pm 3,1$ мг/100 г), кальцийдің ($200,17 \pm 2,41$ мг/100 г), фосфордың ($582,10 \pm 6,98$ мг/100 г) және мырыштың ($3,56 \pm 0,04$ мг/100 г) жоғарылауымен сипатталады, ал йодтың болуы ($0,0069 \pm 0,0001$ мг/100 г) микроэлементтер спектрін кеңейтеді.

Аминқышқылдарының талдауы ақуыздың жоғары биологиялық құндылығын растайтын аргинин, лизин, лейцин, изолейцин, валин және метионинді қоса алғанда, маңызды және шартты түрде маңызды аминқышқылдарының жоғары құрамын көрсетті. Композициялық ұн сонымен қатар липидтер мен ақуыз құрылымдарын тотығу процестерінен қорғауды қамтамасыз ететін айқын антиоксиданттық белсенділікке ие.

Алынған нәтижелер тағамдық құндылығын арттыру, технологиялық қасиеттерін жақсарту және сақтау мерзімін ұзарту мақсатында ет-өсімдік өнімдерін қоса алғанда, функционалдық, байытылған және профилактикалық азық-түлік өнімдерінің рецептураларында зығыр және қарасора күнжарасынан жасалған композиттік ұнды пайдаланудың орындылығын көрсетеді.

Түйін сөздер: композиттік ұн; қарасора күнжарасы; зығыр күнжарасы; тағамдық құндылық; биологиялық құндылық; аминқышқылдық құрам; функционалды тағам өнімдері.

INVESTIGATION OF THE NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL VALUES OF COMPOSITE FLAXSEED AND HEMP MEAL

In modern research on functional foods, special attention is paid to the development of composite ingredients capable of enriching the diet with protein, vitamins, minerals and biologically active compounds. In this work, a comprehensive analysis of composite flour obtained from flax and hemp meal in a 1:1 ratio was carried out in order to evaluate its physico-chemical characteristics, vitamin and mineral composition, amino acid profile and antioxidant activity, as well as to determine the potential for use in functional and fortified foods.

The results of the study demonstrated that composite flour has a significantly higher fiber content $-11.03 \pm 0.13\%$, compared with premium wheat flour ($0.1-0.15 \pm 0.02\%$). The analysis of the vitamin composition showed the presence of significant amounts of vitamin E (92.02 ± 0.96 mg / 100 g) and B vitamins (B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, folic acid), the content of which is many times higher than wheat flour. The mineral profile is characterized by an increased content of iron (11.70 ± 0.14 mg/100 g), magnesium (256.7 ± 3.1 mg/100 g), calcium (200.17 ± 2.41 mg/100 g), phosphorus (582.10 ± 6.98 mg/100 g) and zinc (3.56 ± 0.04 mg/100 g), and the presence of iodine (0.0069 ± 0.0001 mg/100 g) expands the range of trace elements.

Amino acid analysis showed a high content of essential and conditionally essential amino acids, including arginine, lysine, leucine, isoleucine, valine and methionine, which confirms the high biological value of the protein. Composite flour also has a pronounced antioxidant activity, providing protection of lipid and protein structures from oxidative processes.

The results obtained indicate the expediency of using composite flour from flax and hemp meal in formulations of functional, fortified and preventive food products, including meat products, in order to increase nutritional value, improve technological properties and prolong shelf life.

Key words: composite flour; hemp meal; flax meal; nutritional value; biological value; amino acid composition; functional food products.

Сведения об авторах

Айгуль Омарбековна Майжанова* – докторант кафедры «Пищевая технология», Шәкәрім университет, Республика Казахстан; e-mail: fquekm2710@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4845-9465>.

Кумарбек Жунусбекович Амирханов – доктор технических наук, профессор кафедры «Пищевая технология», Шәкәрім университет, Республика Казахстан; e-mail: aspirant57@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7988-988X>.

Гүлнүр Несіптайқызы Нұрымхан – декан Исследовательской школы пищевой инженерии, Шәкәрім университет, Республика Казахстан; e-mail: gulnu-n@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0955-3520>.

Шугыла Кадыровна Жакупбекова – постдокторант кафедры «Пищевая технология», Шәкәрім университет, Республика Казахстан; e-mail: siyanie__88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Асель Алибековна Даутова – заместитель декана Исследовательской школы пищевой инженерии, Шәкәрім университет, Республика Казахстан; e-mail: aska_nur@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2373-2445>.

Авторлар туралы мәліметтер

Айгуль Омарбековна Майжанова* – «Тамақ технологиясы» кафедрасының докторанты, Шәкәрім университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: fquekm2710@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4845-9465>.

Кумарбек Жунусбекович Амирханов – техника ғылымдарының докторы, «Тамақ технологиясы» кафедрасының профессоры, Шәкәрім университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: aspirant57@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7988-988X>.

Гүлнүр Несіптайқызы Нұрымхан – Тамақ инженериясы зерттеу мектебінің деканы, Шәкәрім университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: gulnu-n@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0955-3520>.

Шугыла Кадыровна Жакупбекова – «Тамақ технологиясы» кафедрасының постдокторанты, Шәкәрім университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: siyanie__88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Асель Алибековна Даутова – Тамақ инженериясы зерттеу мектебінің декан орынбасары, Шәкәрім университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: aska_nur@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2373-2445>.

Information about the authors

Aigul Maizhanova* – doctoral student of the Department of «Food Technology», Shakarim University, Republic of Kazakhstan; e-mail: fquekm2710@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4845-9465>.

Kumarbek Amirkhanov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of «Food Technology», Shakarim University, Republic of Kazakhstan; e-mail: aspirant57@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7988-988X>.

Gulnur Nurymkhan – Dean of the Research School of Food Engineering, Sakarim University, Republic of Kazakhstan; e-mail: gulnu-n@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0955-3520>.

Shugyla Kadyrovna – postdoctoral fellow of the Department of «Food Technology», National Academy of Sciences of Kazakhstan, Republic of Kazakhstan; e-mail: siyanie__88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Assel Dautova – Deputy Dean of the Research School of Food Engineering, National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan; e-mail: aska_nur@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2373-2445>.

Поступила в редакцию 17.09.2025
Поступила после доработки 20.11.2025
Принята к публикации 24.11.2025