

С.Г. Каманова, Г.Д. Акшораева, Б. Калемшарив, Г.Х. Оспанкулова*
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина,
010000, Республика Казахстан, г. Астана, пр. Женис 62
*e-mail: gbulasheva@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОЛОЗЕРНОГО ОВСА, ЯЧМЕНЯ, ТРИТИКАЛЕ И ЗЕЛЁНОЙ ГРЕЧИХИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Аннотация: Проведенные исследования направлены на изучение химического состава и физических свойств зерна нетрадиционных культур, таких как овес голозерный, тритикале, ячмень голозерный и гречиха зеленая. Несмотря на ограниченное использование изучаемых культур в пищевой промышленности, их зерно обладает значительным потенциалом благодаря высокому содержанию белков, флавоноидов, витаминов, пищевых волокон, антиоксидантов и фенольных кислот, которые обладают полезными свойствами. В результате проведенных исследований было установлено, что наибольшее количество белка содержится в зерне овса голозерного (16,17%), тогда как наименьшее содержание жира было обнаружено в зерне гречихи зеленой (1,54%). Анализ углеводов показал, что самое высокое содержание углеводов в гречихе зеленой. Содержание минералов, оцениваемое через зольность, варьируется от 0,16% в гречихе зеленой до 1,22% в ячмене голозерной. Наибольшее содержание сырой клетчатки наблюдается в гречихе зеленой (3,52%). Также был проведен анализ аминокислотного состава зерна, где овес выделяется высоким содержанием фенилаланина, а ячмень – валина. Результаты исследования подчеркивают важность этих нетрадиционных зерновых культур для пищевой промышленности, поскольку они могут быть использованы как ценные источники белков, аминокислот и пищевых волокон, а также для создания функциональных продуктов с улучшенными питательными свойствами.

Ключевые слова: тритикале, ячмень голозерный, овес голозерный, гречиха зеленая, физико-химические показатели, аминокислотный состав.

Введение

В научной литературе активизировались дискуссии о диетической ценности и терапевтическом потенциале для здоровья человека продуктов из зерна нетрадиционных культур [1]. Имеются научные сведения о функциональном и лечебно-профилактическом влиянии продуктов на основе зерна тритикале, овса голозерного, ячменя голозерного и др. на развитие таких заболеваний, как ишемическая болезнь сердца [2, 3] высокий уровень холестерина в сыворотке крови, ожирение, диабет [4], а также некоторые виды рака [5]. Однако, в связи с ограниченностью производства этих новых зерновых культур, они недостаточно изучены.

Зерно тритикале помогает контролировать диабет, улучшает пищеварение, улучшает кровообращение, увеличивает выработку клеток и стимулирует рост костей [6]. Тритикале является хорошим источником белка наравне с пшеницей и другими злаками, также содержащими высокое содержание лизина. Некоторые исследователи разработали методы, позволяющие изготавливать изделия из муки тритикале без добавления пшеничной муки. В Австралии и Соединенных Штатах мука из зерна тритикале широко используется для приготовления хлеба, кексов, тортов, печенья и других хлебобулочных изделий [7]. Несмотря на все это, зерна тритикале выращиваются и потребляются гораздо реже, чем другие зерновые культуры, что может быть объяснено отсутствием более подробной информации об их питательной ценности.

Тритикале, овес, ячмень и гречиха содержат фенолы и пищевые волокна (растворимые и нерастворимые), обладающие антиоксидантной активностью (алкилрезорцины, проантоцианидин), [8], витамины, макро- и микроэлементы, и полисахариды (арабиноксиланы, фруктан, β -глюкан и целлюлоза) [9, 10] и авенантрамиды (конъюгаты фенольных аминов, относящиеся к группе вторичных метаболитов), [11] фитиновая кислота, фенольные соединения (рутин, изоориентин, кверцетин, изовитексин, витексин и ориентин) [12, 13], дубильных веществ, растительных стероидов и фагопиринов [14].

Ячмень богат (1-3) (1-4)- β -D-глюканами, которые являются одними из важнейших растворимых волокон в питании человека. Эти соединения регулируют уровень глюкозы в крови и снижают эффекты холестеринемии и артериального давления, и, следовательно, снижают риск сердечно-сосудистых заболеваний. Кроме того, они считаются антиоксидантными, антибактериальными, противоопухолевыми и противовоспалительными средствами и играют важную роль в иммуномодуляции и регуляции кишечной флоры человека [15].

Доказано, что диеты, богатые этими химическими веществами, могут обеспечить защиту от гипертонии, сердечно-сосудистых заболеваний и диабета. Ячмень признан как культура, обладающая большим потенциалом в качестве здоровой или функциональной пищи.

Таким образом, так как в Казахстане активно диверсифицируется производство яровой пшеницы, путем расширения посевов новых культур, разработка продуктов функционального назначения на их основе будет особенно актуальной.

Объекты и методы исследований

В работе было использовано зерно тритикале, ячменя голозерного, голозерного овса и гречихи зеленой, которое было предоставлено Научно-производственным центром зернового хозяйства им. А.И. Бараева.

Процентное содержание влаги было определено согласно методу АОАС, 2000 [16]. Содержание влаги определялось путем высушивания образцов в сушильном шкафу с горячим воздухом при температуре $100 \pm 5^\circ\text{C}$ до постоянного веса.

Зольность определяли в соответствии с [16]. Содержание золы определяли путём взвешивания 2 г образца в фарфоровом тигле и обжига при температуре 600°C в течение 6 часов в муфельной печи (SnolTherm, UAB Plento str. 3, Narkūnai, LT-28104 Utena dis., Lithuania) до получения белой золы.

Общее содержание жира определяли согласно методу [16]. Жир определяли путём взвешивания 3 г образца, экстрагированного петролейным эфиром в аппарате SOXTHERM SOX414, Gerhardt (Германия) в течение 6 часов.

Определение массовой доли общего азота, содержащегося в пробе, определяли методом Кьельдаля [17], путём разложения 1 г анализируемой пробы серной кислотой с образованием солей аммония, превращении аммония в аммиак с помощью подщелачивания, отгонка аммиака и определение его количества титриметрическим методом.

Для определения углеводного состава 50 мг образца гидролизуют трифторуксусной кислотой (ТФК), при 120°C в течение 3 ч, фильтруют и выпаривают досуха при 65°C . Далее пробоподготовку проводили согласно методу [18] с помощью жидкостного хроматографа Agilent 1260 (США), колонка ZORBAX SB-C18 (4,6*150 мм, 5 мкм), изократическое элюирование.

Определение сырой клетчатки проводили согласно [19]. Сущность метода заключается в обработке пробы кипящей разбавленной серной кислотой.

Содержание аминокислотного состава определяли согласно методу [20] с помощью жидкостной хроматографии использованием (UPLC) (ExionLC AD, SCIEX, Darmstadt, Hessian, Germany) в сочетании с устройством для тандемной масс-спектрометрии (MS/MS, QTRAP 5500, SCIEX). Хроматографическая колонка: Waters C18 (2,1*100 мм, 1,8 мкм). Для проведения анализа брали 10 мг образца.

Все измерения проводились в трех повторностях для каждого эксперимента. Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с использованием программного обеспечения Origin 2021.

Результаты исследований

Настоящее исследование направлено на изучение химического состава и физико-технологических свойств нетрадиционных зерновых культур. К таким культурам относятся голозерный овёс, голозерный ячмень, тритикале и зелёная гречиха, которые пока ограниченно используются в пищевой промышленности. Вместе с тем их зерно характеризуется высоким содержанием белков, пищевых волокон, витаминов, флавоноидов, антиоксидантов, фенольных соединений и других биологически активных веществ, обладающих потенциальными профилактическими и оздоровительными свойствами. В таблице 1 представлены результаты анализа физико-химического состава исследуемых зерновых культур.

Таблица 1 – Физико-химические показатели зерна

Наименование показателей	Овес голозерный	Ячмень голозерный	Тритикале	Гречиха зеленая
Влажность %	11,83±0,153	11,50±0,153	13,06±0,180	11,7±0,152
Белок, %	16,17±0,015	11,77±0,606	14,46±0,115	8,72±0,195
Жир, %	4,31±0,101	2,42±0,058	1,92±0,03	1,54±0,056
Зольность %	0,65±0,002	1,22±0,002	0,37±0,009	0,16±0,0005
Углеводы, %	62,04±0,150	67,59±0,025	67,19±0,045	73,87±0,02
Сырая клетчатка, %	2,71±0,035	2,34±0,141	2,18±0,065	3,52±0,105

В результате проведенных исследований изучен детальный анализ физико-химического состава зерна нетрадиционных зерновых культур, таких как овес голозерный, ячмень голозерный, тритикале и гречиха зеленая, что позволило выяснить их уникальные питательные и функциональные свойства. Содержание влаги в зерне влияет на вес, внешний вид, вкус, текстуру и срок годности пищевых продуктов и имеет значение для состава других питательных веществ. Среди изучаемых культур наименьшей влажностью обладало зерно ячменя голозерного – 11,5%, наивысшей зерно тритикале 13,06%. Контроль содержания влаги в зерне имеет решающее значение в переработке пищевых продуктов для обеспечения качества и безопасности продукции.

В результате приведенных исследований установлено, что зерно овса голозерного содержит наибольшее количества белка – 16,17%. Анализ сырого жира в зерне показал, что самое высокое значение выявлено в овсе голозерном (4,31%), а самое низкое – в гречихе зеленой (1,54%). Углеводы как основные компоненты злаков, составляют более 70% от сухого веса. Общие углеводы состоят из сахаров, крахмала и гемицеллюлозы. Результаты исследований, приведенные в таблице 1 показали, что зерно гречихи зеленой содержит наибольшее количество углеводов 73,87%.

Содержание золы даёт индекс содержания минералов в пищевом материале. Из приведенных данных таблицы 1 видно, что наибольшее содержание золы содержится в зерне ячменя голозерного (1,22%), за тем следует зерно тритикале (0,37%), гречихи зеленой (0,16%), и овса голозерного (0,65%). Анализ содержания золы помогает оценить питательную ценность зерна и его потенциальный вклад в пищевую промышленность.

Содержание и состав пищевых волокон являются факторами, определяющими качество зерновых культур. Сырая клетчатка является компонентом пищевых волокон. Согласно данным таблицы 1 наибольшее содержание сырой клетчатки содержится в гречихе зеленой – 3,52%, наименьшее в зерне тритикале – 2,18 %.

Соответствующее содержание волокна в пище человека имеет важное значение, так как оно стимулирует перистальтику пищеварительного канала [21]. Аминокислоты играют важную роль в обмене веществ, многие из них являются активаторами ферментов и витаминов. Состав аминокислот влияет на качество пищи. Исследования показывают, что недостаток незаменимых аминокислот в пище может привести к нарушению обмена веществ [22]. В таблице 2 приведены данные по изучению аминокислотного состава изучаемых культур.

Таблица 2 – Аминокислотный состав зерна нетрадиционных зерновых культур, %

Наименование	Тритикале	Гречиха зеленая	Овес голозерный	Ячмень голозерный
Аргинин	0,88±0,350	1,80±0,724	0,69±0,423	1,59±0,346
Лизин	0,51±0,172	0,62±0,208	0,42±0,321	0,76±0,235
Фенилаланин	0,84±0,252	0,49±0,123	0,53±0,036	0,68±0,138
Гистидин	0,29±0,149	0,34±0,165	0,23±0,081	0,35±0,654
Лейцин+изолейцин	0,99±0,259	0,67±0,173	0,86±0,023	1,78±0,347
Метионин	0,26±0,089	0,30±0,140	0,26±0,125	0,37±0,463
Валин	0,86±0,343	0,71±0,283	0,53±0,061	0,94±0,423
Треонин	0,56±0,224	0,49±0,197	0,33±0,236	0,93±0,401
Тирозин	0,42±0,126	0,27±0,083	0,31±0,232	0,53±0,134
Серин	0,70±0,182	0,64±0,165	0,42±0,723	1,01±0,286
Аланин	0,65±0,168	0,70±0,188	0,50±0,632	0,89±0,291
Глицин	0,65±0,220	0,39±0,134	0,49±0,513	0,75±0,342

Представленная таблица содержит количественные данные об аминокислотном составе зерна изучаемых нетрадиционных зерновых культур. Для каждой из культур приведены средние значения процентного содержания как заменимых, так и незаменимых аминокислот. Анализ представленных данных позволяет проводить сравнительную оценку аминокислотного профиля изучаемых нетрадиционных зерновых культур. Выявленные различия в содержании отдельных аминокислот между культурами могут иметь важное значение для определения их потенциальной ценности и функциональных свойств. Данные о содержании таких незаменимых аминокислот как лизин, фенилаланин, лейцин+изолейцин, метионин, валин и треонин являются критически важными для оценки нутритивного качества зерна. В проводимых исследованиях наибольшее содержание фенилаланина было определено в зерне тритикале (0,84%) и аргинина в гречихе зеленой (1,80%), содержание серина в ячмене голозерном (1,01%), наибольшее содержание валина (0,94%) определено в зерне ячменя голозерного. Наименьшее содержание лизина и треонина определено в зерне овса голозерного (0,42% и 0,33% соответственно), тирозин и глицин в гречихе зеленой (0,27% и 0,39% соответственно).

Заключение

В результате проведенного исследования установлено, что зерно нетрадиционных культур (голозерный овес, голозерный ячмень, тритикале и зеленая гречиха) характеризуется высоким содержанием основных макронутриентов и биологически активных соединений, определяющих их высокую пищевую ценность. Показано, что голозерный овес отличается повышенным содержанием белка и жира, зеленая гречиха – высоким уровнем углеводов и пищевых волокон, а голозерный ячмень – значительным содержанием минеральных веществ. Анализ аминокислотного состава подтвердил наличие незаменимых аминокислот, влияющих на биологическую ценность белка, при этом тритикале характеризовалось высоким содержанием фенилаланина, гречиха – аргинина, а ячмень – серина и валина. Полученные результаты подтверждают перспективность использования исследуемых культур в качестве сырья для разработки функциональных продуктов питания, включая ферментированные системы, направленные на повышение пищевой ценности и профилактику алиментарно-зависимых заболеваний.

Список литературы

1. New approaches to increasing the nutritional value of bread products based on the use of non-traditional cereals and biologically active substances with detoxifying properties / G.K. Altynbayeva et al // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2023. – Т. 1206. – №. 1. – P. 012047.
2. Molecular mechanism of functional ingredients in barley to combat human chronic diseases / Y. Zeng et al // Oxidative medicine and cellular longevity. – 2020. – Т. 2020. – № 1. – P. 3836172.
3. Barley: a potential cereal for producing healthy and functional foods / L. Geng et al // Food Quality and Safety. – 2022. – Т. 6. – P. fyac012.
4. The metabolic effects of oats intake in patients with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis / Q. Hou et al // Nutrients. – 2015. – Т. 7. – № 12. – P. 10369-10387.

5. Nutritional quality of triticale ($\times$ Triticosecale Wittm.) grown under different cropping systems / E. Straumīte et al // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. – De Gruyter Poland, 2017. – T. 71. – № 6. – P. 481.
6. Cappelli A. Challenges and opportunities in wheat flour, pasta, bread, and bakery product production chains: A systematic review of innovations and improvement strategies to increase sustainability, productivity, and product quality / A. Cappelli, E. Cini // Sustainability. – 2021. – T. 13. – № 5. – P. 2608.
7. Glycaemic profile and insulin response after consuming triticale flakes / G. Havensone et al // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B: Natural, Exact, and Applied Sciences. – 2017.
8. Prospects for the use of a new non-traditional culture spring tritical in the precise agriculture system in the North-Kazakhstan region / A.K. Kurishbayev et al // Herald of science of S. Seifullin Kazakh agrotechnical university: Multidisciplinary. – 2020. – № 2(105).
9. Buchholz M. Thiamin (vitamin B1) and thiamin phosphate esters in five cereal grains during maturation / M. Buchholz, A.M. Drotleff, W. Ternes // Journal of Cereal Science. – 2012. – T. 56. – № 1. – P. 109-114.
10. Kaur H. Physicochemical, functional, pasting and antioxidant properties of flours from different cereals: A comparative evaluation / H. Kaur, B.S. Gill, B.L. Karwasra // International Journal of Advanced Biotechnology and Research. – 2017. – T. 8. – № 2. – P. 1220-1231.
11. Collins F.W. Oat phenolics: biochemistry and biological functionality. – 2011.
12. Abdel-Aal E.S.M. Differences in compositional properties of a hulless barley cultivar grown in 23 environments in eastern Canada / E.S.M. Abdel-Aal, T.M. Choo // Canadian Journal of Plant Science. – 2014. – T. 94. – № 5. – P. 807-815.
13. Relationships between antioxidant compounds and antioxidant activities of tartary buckwheat during germination / X. Zhou et al // Journal of Food Science and Technology. – 2015. – T. 52. – P. 2458-2463.
14. Phytochemicals and biofunctional properties of buckwheat: a review / A. Ahmed et al // The Journal of Agricultural Science. – 2014. – T. 152. – № 3. – P. 349-369.
15. Physiological functionalities and mechanisms of β -glucans / J. Bai et al // Trends in Food Science & Technology. – 2019. – T. 88. – P. 57-66.
16. Horwitz W., Latimer G. Association of official analytical chemists. Gaithersburg, MD, USA 2000.
17. International A. AOAC Official Method 2001.11 Protein (crude) in animal feed, forage (plant tissue), grain and oilseeds. 2009.
18. A modified GC-MS analytical procedure for separation and detection of multiple classes of carbohydrates / Y.-G. Xia et al // Molecules. – 2018. – № 23. – P. 1284.
19. GOST ISO 6865-2015 Korma dlya zhivotnykh. Metod opredeleniya soderzhaniya syroi kletchatki. – Moskva: Standartinform, 2016. – 15 s. (In Russian).
20. Determination of 16 kinds of amino acids in health foods by high performance liquid chromatography with pre-column derivatization / S.J. Sun Jian et al. – 2016.
21. Capuano E. The behavior of dietary fiber in the gastrointestinal tract determines its physiological effect / E. Capuano // Critical reviews in food science and nutrition. – 2017. – T. 57. – № 16. – P. 3543-3564.

Информация о финансировании:

Работа выполнена в рамках программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан BR22883587 «Совершенствование и разработка наукоемких технологий глубокой переработки сельскохозяйственного сырья для укрепления продовольственной безопасности РК».

С.Г. Каманова, Г.Д. Акшораева, Б. Калемшарив, Г.Х. Оспанкулова*

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

*e-mail: bulashevag@gmail.com

ФУНКЦИОНАЛДЫҚ ТАҒАМ ӨНІМДЕРІН ӨНДІРУДЕ ЖАЛАҒАШ ДӘНДІ СҰЛЫ, АРПА, ТРИТИКАЛЕ ЖӘНЕ ЖАСЫЛ ҚАРАҚҰМЫҚТЫ ПАЙДАЛАНУДЫҢ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

Жүргізілген зерттеу жұмыстары жалаңаш сұлы, тритикале, жалаңаш арпа және жасыл қарақұмық сияқты дәстүрлі емес дақылдардың дәндерінің химиялық құрамы мен физикалық қасиеттерін зерттеуге бағытталған. Зерттелетін дақылдардың тамақ өнеркәсібінде шектеулі қолданылуына қарамастан, олардың дәні пайдалы қасиеттері бар ақуыздардың, флавоноидтардың, витаминдердің, тағамдық талшықтардың, антиоксиданттардың және фенол қышқылдарының жоғары болуына байланысты айтарлықтай әлеуетке ие. Зерттеулер нәтижесінде ақуыздың ең көп мөлшері жалаңаш сұлы дәнінде (16,17%), ал майдың ең аз мөлшері жасыл қарақұмық дәнінде (1,54%) болатыны анықталды. Көмірсулардың талдауы жасыл қарақұмықтың құрамында көмірсулардың ең жоғары екенін көрсетті. Күлділік арқылы бағаланатын минералды құрам жасыл қарақұмықта 0,16%-дан жалаңаш арпада 1,22%-ға дейін өзгереді. Шикі талшықтың ең көп мөлшері жасыл қарақұмықта (3,52%) байқалады. Дәннің аминқышқылдық құрамына талдау да жүргізілді, мұнда сұлы фенилаланиннің жоғары құрамымен, арпа валиннің жоғары мөлшерімен ерекшеленеді. Зерттеу нәтижелері бұл дәстүрлі емес дәнді дақылдардың тамақ өнеркәсібі үшін маңыздылығын көрсетеді, өйткені олар белоктардың, аминқышқылдарының және диеталық талшықтың құнды көздері ретінде, сондай-ақ жақсартылған тағамдық қасиеттері бар функционалды тағамдарды жасау үшін пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: тритикале, жалаңаш арпа, жалаңаш сұлы, жасыл қарақұмық, физика-химиялық көрсеткіштері, аминқышқылдарының құрамы.

S. Kamanova, G. Akshoraeva, B. Kalemshariv, G. Ospankulova*

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University,
010000, Republic of Kazakhstan, Astana, Zhenis Ave. 62
*e-mail: bulashevag@gmail.com

PROSPECTS FOR THE USE OF NAKED OATS, BARLEY, TRITICALE, AND GREEN BUCKWHEAT IN THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL FOOD PRODUCTS

The conducted research is aimed at studying the chemical composition and physical properties of non-traditional crops, such as naked oats, triticale, naked barley and green buckwheat. Despite the limited use of the studied crops in the food industry, their grain has significant potential due to the high content of proteins, flavonoids, vitamins, dietary fiber, antioxidants and phenolic acids, which have beneficial properties. As a result of the conducted research, it was found that the highest amount of protein is contained in naked oat grain (16.17%), while the lowest fat content was found in green buckwheat grain (1.54%). Carbohydrate analysis showed that the highest carbohydrate content is in green buckwheat. The mineral content, estimated through ash content, varies from 0.16% in buckwheat to 1.22% in barley. The highest content of crude fiber is observed in green buckwheat (3.52%). An analysis of the amino acid composition of the grain was also conducted, where oats stand out for their high content of phenylalanine, and barley for its high content of valine. The results of the study highlight the importance of these non-traditional grain crops for the food industry, as they can be used as valuable sources of proteins, amino acids and dietary fiber, as well as for the creation of functional products with improved nutritional properties.

Key words: triticale, naked barley, naked oats, green buckwheat, physicochemical parameters, amino acid composition.

Сведения об авторах

Светлана Георгиевна Каманова – PhD докторант института «Инжиниринг и пищевых технологий», Казахский агротехнический исследовательский университет имени Сакена Сейфуллина, Республика Казахстан; e-mail: kamanovasveta@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9534-2721>.

Гаухар Дюсенгалиевна Акшораева – PhD докторант института «Инжиниринг и пищевых технологий», Казахский агротехнический исследовательский университет имени Сакена Сейфуллина, Республика Казахстан; e-mail: gaukhar_01.88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4758-7059>.

Бекжан Калемшарив – технолог институт «Инжиниринг и пищевых технологий», Казахский агротехнический исследовательский университет имени Сакена Сейфуллина, Республика Казахстан; e-mail: b.kalemshariv@kazatu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-00028036-9718>.

Гульназым Хамитовна Оспанкулова* – к.б.н., профессор института «Инжиниринг и пищевых технологий», Казахский агротехнический исследовательский университет имени Сакена Сейфуллина, Республика Казахстан; e-mail: bulashevag@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6043-4658>.

Авторлар туралы мәліметтер

Светлана Георгиевна Каманова – PhD докторанты, Инжиниринг және азық-түлік технологиялары институты, Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: kamanovasveta@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9534-2721>.

Гаухар Дюсенгалиевна Акшораева – PhD докторанты, Инжиниринг және азық-түлік технологиялары институты Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: gaukhar_01.88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4758-7059>

Бекжан Калемшарив – Инжиниринг және азық-түлік технологиялары институты технология, Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: b.kalemshariv@kazatu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-00028036-9718>.

Гульназым Хамитовна Оспанкулова* – б.ғ.к., профессор, Инжиниринг және азық-түлік технологиялары институты Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: bulashevag@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6043-4658>.

Information about the authors

Svetlana Kamanova – PhD candidate, Institute of Food Technology and Engineering, Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Republic of Kazakhstan; e-mail: kamanovasveta@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9534-2721>.

Gaukhar Akshoraeva – PhD candidate, Institute of Food Technology and Engineering, Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Republic of Kazakhstan; e-mail: gaukhar_01.88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4758-7059>.

Bekzhan Kalemshariv – Technologist, Institute of Food Technology and Engineering, Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Republic of Kazakhstan; e-mail: b.kalemshariv@kazatu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8036-9718>.

Gulnazym Ospankulova* – PhD, Professor, Institute of Food Technology and Engineering, Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Republic of Kazakhstan; e-mail: bulashevag@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6043-4658>.

Поступила в редакцию 30.03.2026

Поступила после доработки 16.04.2026

Принята к публикации 17.04.2026

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2026-2\(22\)-26](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2026-2(22)-26)



МРНТИ 65.09.30

И.Ж. Темирова*, Г.Х. Оспанкулова, А.К. Игенбаев

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

*e-mail: indira_t85@mail.ru

ПОДБОР СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ОЛЕОГЕЛЕЙ

Аннотация: В работе представлены результаты исследования получения пищевых олеогелей на основе пчелиного воска, моноглицерида и их бинарной смеси (50:50), используемых в качестве структурообразователей. Обоснован выбор оптимального структурообразователя на основе оценки структурно-механических (твёрдость, упругость) и функционально-технологических (маслосвязывающая способность) характеристиколеогелей для применения в технологии масложировых продуктов. Установлено, что все исследуемые образцы формируют самоподдерживающиеся олеогели с однородной структурой. Показано, что образцы, полученные с использованием бинарных смесей структурообразователей, характеризуются более высокими значениями твёрдости, упругости и маслосвязывающей способности по сравнению с однокомпонентными образцами. Это свидетельствует о более эффективном формировании пространственной гелевой сети и повышенной способности удерживать масло. Пчелиный воск способствует образованию прочной кристаллической структуры, тогда как моноглицериды обеспечивают пластичность и улучшенную способность к удержанию масла. Их совместное применение приводит к формированию структурированной гелевой системы с оптимальным сочетанием структурно-механических и функционально-технологических характеристик итакже могут свидетельствовать о наличии синергетического взаимодействия структурообразователей. Полученные результаты данного исследования подтверждают

©И.Ж. Темирова, Г.Х. Оспанкулова, А.К. Игенбаев, 2026