



Источник изображений: iStock.com

<https://elibrary.ru/XQTBGU>

<https://doi.org/10.21603/1019-8946-2026-1-71>

МОЛОЧНО-БЕЛКОВЫЙ ПРОДУКТ С ФЕРМЕНТИРОВАННЫМИ ПОЛИМЕРАМИ ПШЕНИЧНЫХ ОТРУБЕЙ

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Наталья Анатольевна Сарницкая, аспирант

E-mail: na.sarnitskaya@omgau.org

Наталья Борисовна Гаврилова, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры продуктов питания и пищевой биотехнологии

Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, г. Омск

Разработка молочно-белкового продукта с ферментированными полимерами пшеничных отрубей представляет собой актуальное направление в области производства функциональных продуктов питания. Такой продукт не только позволяет решить задачу обогащения пищевого рациона, но и отвечает на вызовы современного общества в области повышения качества питания и профилактики различных заболеваний, таких как ожирение, диабет, сердечно-сосудистые заболевания. Исследование, представленное в статье, посвящено созданию молочно-белкового продукта с использованием ферментированных полимеров пшеничных отрубей, что делает его актуальным и востребованным в контексте современных тенденций в рациональном питании. На первом этапе проводилась биотрансформация полимеров пшеничных отрубей при температуре $60 \pm 2^\circ\text{C}$ комплексом ферментных препаратов – АмилоЛюкс АТС 1,0 %, Биоферм 0,5 %, Протеаза Кислая 0,5 % к массе пшеничных отрубей, в гидромодуле – пшеничные отруби:вода в соотношении 1:6. После 4 ч биотрансформации в полимерах пшеничных отрубей определено количество глюкозы – 0,13 %, фруктозы – 0,05 %, аминного азота – 0,03 %. На втором этапе проводилась разработка технологии нового продукта с включением ферментированных пшеничных отрубей, далее проводили исследования органолептических и физико-химических показателей полученного продукта. Химический состав продукта, обогащенного ферментированными полимерами пшеничными отрубями: содержание влаги – $72,10 \pm 0,10$ %, сухих веществ – $27,10 \pm 0,10$ %, золы – $1,02 \pm 0,10$ %. Дальнейшие исследования в этой области позволят расширить ассортимент продуктов с функциональными свойствами, ориентированных на здоровье и благополучие потребителей.

Ключевые слова: молочно-белковый продукт, биотрансформация, ферментированные пшеничные отруби, фортификация, специализированное питание

Для цитирования: Сарницкая, Н. А. Молочно-белковый продукт с ферментированными полимерами пшеничных отрубей / Н. А. Сарницкая, Н. Б. Гаврилова // Молочная промышленность. 2026. № 1. С. 81–85. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2026-1-71>

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время как в России, так и в большинстве зарубежных стран наблюдается возрастающий интерес к здоровому питанию и использованию функциональных продуктов в его реализации со стороны научного сообщества и потребителей [1–5].

Это обусловлено глобальными изменениями в восприятии питания, стремлением к улучшению каче-

ства жизни и профилактике заболеваний. В этом контексте высокобелковые молочные продукты занимают особое место благодаря своей полноценности и биоактивности. Среди молочных продуктов ценным источником высококачественного белка, кальция, витаминов и пробиотиков являются творог, творожные продукты, сыры, что делает их эффективными компонентами для создания функциональных продуктов питания [6–11].

Однако для значительного повышения функциональности и пищевой ценности творожных изделий существует необходимость в их обогащении. В этом контексте переработка растительного сырья открывает новые возможности для обогащения и создания продуктов с высокой добавленной стоимостью. Современные технологии, в частности экстракция и биотрансформация, выступают ключевыми инструментами, позволяющими максимально извлекать ценные вещества из вторичного сырья и одновременно минимизировать негативное воздействие на окружающую среду [12–14].

Одним из перспективных направлений является использование ферментированных пшеничных отрубей, которые известны своей высокой биологической активностью и повышенным содержанием клетчатки, значительным содержанием витаминов и минералов. Ферментация пшеничных отрубей приводит к изменению их структуры и улучшению усвояемости компонентов, что, в свою очередь, может способствовать улучшению пищеварительных процессов и повышению уровня метаболической активности в организме [15–18].

Цель работы – исследование процесса биотрансформации полимеров пшеничных отрубей ферментными препаратами разнонаправленного действия для дальнейшей разработки биотехнологии молочно-растительного продукта для специализированного питания.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В экспериментальных исследованиях использованы следующие объекты: молоко обезжиренное (ГОСТ 31658-2012); сычужный фермент ВНИИМС СГ-50 «НТ», содержащий химозин и говяжий пепсин в соотношении 50:50 (ООО «ШАКО», Россия); культура бактериальная концентрированная заквасочная Profiline TW 30.01 ET Golden Line (ООО «Зеленые линии», Россия); культура пробиотическая концентрированная ProbiLine PR 6.10 MIX Golden Line (ООО «Зеленые линии», Россия); биологически активная добавка на основе пшеничных отрубей, разработанная в лабораторных условиях на кафедре продуктов питания и пищевой биотехнологии Омского ГАУ. Биотрансформацию полимеров пшеничных отрубей осуществляли ферментными препаратами АмилоЛюкс АТС, Биоферм, Протеаза Кислая.

В работе использованы современные методы исследования на аттестованном оборудовании в лаборатории физико-химических иссле-

дований фармакологически активных и природных соединений Медицинского института КемГУ и в лабораториях кафедры продуктов питания и пищевой биотехнологии Омского ГАУ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для разработки биологически активной добавки проводили биотрансформацию полимеров пшеничных отрубей при температуре 60 ± 2 °С, для этого определен гидромодуль – пшеничные отруби:вода в соотношении 1:6. В полученный гидромодуль вносили комплекс ферментных препаратов: АмилоЛюкс АТС 1,0 %, Биоферм 0,5 %, Протеаза Кислая 0,5 % к массе пшеничных отрубей, перемешивали в течение 3 мин, процесс ферментации длился 4 ч (рис. 1).

В результате биотрансформации полимеров пшеничных отрубей ферментными препаратами АмилоЛюкс АТС, Биоферм, Протеаза Кислая в течение 4 ч определено содержание глюкозы – 0,13 %, фруктозы – 0,05 %, аминного азота – 0,03 %.

После биотрансформации ферментированные пшеничные отруби сушили до влажности 60,0 %. Обезжиренное молоко очищали, нагревали до температуры 37 °С и вносили в него при перемешивании ферментированные пшеничные отруби. В образец № 1 вносили 1 % полимеров ферментированных пшеничных отрубей, в образец № 2 – 2 %, в образец № 3 – 4 %, в образец «Контроль» отруби не вносились. Затем смесь компонентов пастеризовали при температуре 90 ± 2 °С

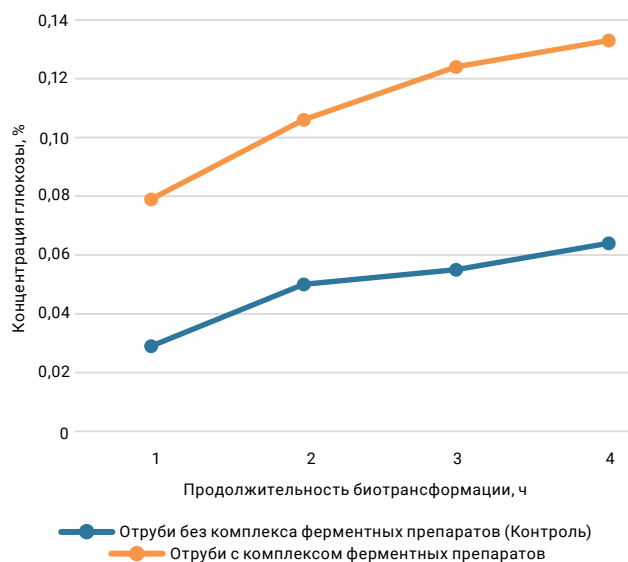


Рисунок 1. Изменение концентрации глюкозы в процессе биотрансформации полимеров пшеничных отрубей

с выдержкой 3 мин, далее смесь охлаждали до температуры заквашивания 30 ± 2 °С, вносили бактериальную заквасочную культуру Profiline TW 30.01 ET Golden Line и культуру бактериальную концентрированную пробиотическую ProbiLine PR 6.10 MIX GoldenLine. Заквашенную смесь компонентов тщательно перемешивали в течение 20 мин. Для свертывания в заквашенную смесь также вносили хлористый кальций и сычужный фермент при перемешивании. Процесс свертывания и определение плотного сгустка смеси компонентов длился 4 ч (рис. 2). Для дальнейшего отделения сыворотки сгусток подвергали самопрессованию. После самопрессования творожную массу перемещали в емкость для отделения оставшейся сыворотки под давлением до массовой доли влаги не более 80,0 %. Прессование проводили в помещениях с температурой 3–6 °С. Готовый молочно-белковый продукт (рис. 3) фасовали, упаковывали и хранили при температуре 4 ± 2 °С и влажности 83,0 %.

Результаты исследования динамики кислотообразования ферментированных молочно-белковых систем приведены в таблице 1. Процесс ферментации молочно-белковых систем осуществлялся в течение 4 ч (табл. 1). Добавление ферментирован-

ных полимеров пшеничных отрубей в смесь компонентов ускоряет процесс кислотообразования при ферментации молочно-белкового продукта.

Проведена органолептическая оценка образцов. Максимальную оценку получил образец № 2, который имел ровный, в меру плотный сгусток с включением ферментированных полимеров пшеничных отрубей, кисломолочный, немного сладкий вкус. В результате органолептической оценки отмечено, что ферментация нейтрализовала горький, отрубной запах полимеров вторичного сырья, при этом появился приятный сладковатый вкус.

Исследовано изменение титруемой кислотности в ходе хранения выработанных образцов молочно-белковых продуктов (табл. 2). Выработанные образцы молочно-белкового продукта хранили при температуре 4 ± 2 °С.

Кислотообразование у выработанных образцов молочно-белкового продукта (табл. 2) увеличивалось на протяжении 14 суток хранения. После 10 суток хранения отмечено появление горького вкуса, наиболее ярко ощущался горький вкус у образца № 3.

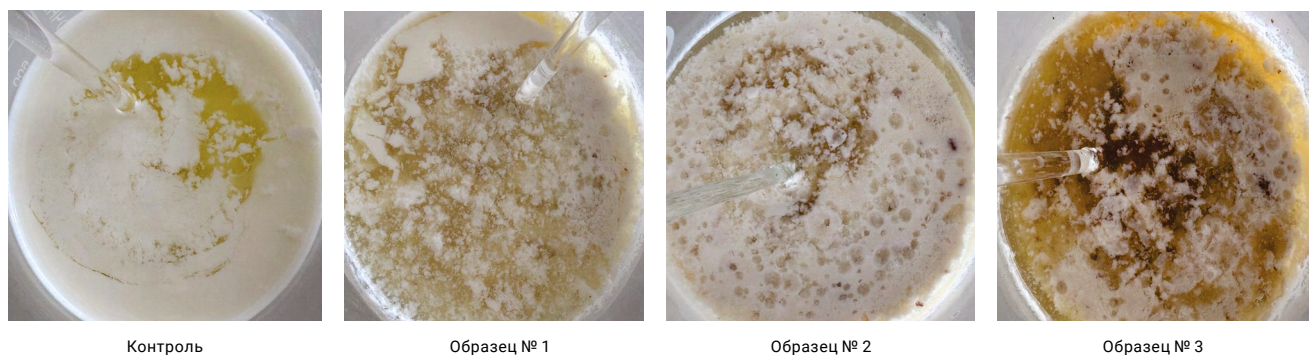


Рисунок 2. Технологический процесс производства молочно-белкового продукта, обогащенного ферментированными пшеничными отрубями

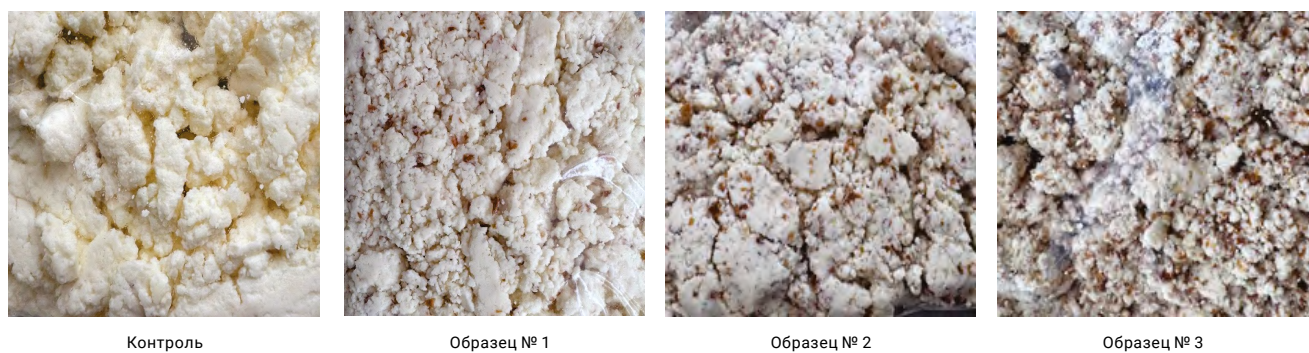


Рисунок 3. Выработанные молочно-белковые продукты

Таблица 1. Динамика ферментации пищевых молочно-белковых систем с ферментированными пшеничными отрубями

Образец	0 ч		1 ч		2 ч		3 ч		4 ч	
	pH	°T	pH	°T	pH	°T	pH	°T	pH	°T
Контроль	6,35	23	6,18	29	6,07	35	5,36	49	4,91	64
Образец № 1	6,21	25	6,15	32	5,49	47	5,09	58	4,56	75
Образец № 2	6,21	25	6,13	34	5,47	48	5,05	61	4,51	79
Образец № 3	6,20	26	6,13	34	5,49	47	5,05	60	4,49	80

Таблица 2. Изменение титруемой кислотности, образцов молочно-белковых продуктов в зависимости от продолжительности хранения, °T

Образец	Продолжительность хранения, сутки							
	0	2	4	6	8	10	12	14
Контроль	244	248	252	254	258	262	270	278
Образец № 1	258	270	272	276	284	292	298	300
Образец № 2	260	270	274	276	282	290	298	302
Образец № 3	268	274	276	280	286	292	298	304

Выводы

В результате проведенных исследований и анализа полученных данных разработана технология молочно-белкового продукта, обогащенного ферментированными полимерами пшеничных отрубей. Пшеничные отруби после биотрансформации в течение 4 ч комплексом ферментных препаратов (АмилосЛюкс АТС, Биоферм, Протеаза Кислая) содержали 0,13 % глюкозы, 0,05 % фруктозы, 0,03 % аминного азота. Следует также отметить, что процесс биотрансформации полимеров пшеничных отрубей увеличивает содержание и биодоступность функциональных соединений, таких как раство-

римая клетчатка и фенольные вещества, а также разрушает антипитательные вещества отрубей.

Изучен химический состав готового молочно-белкового продукта. Содержание влаги составило $72,1 \pm 0,10$ %, сухих веществ – $27,1 \pm 0,10$ %, золы – $1,02 \pm 0,10$ %.

Основным аспектом при разработке нового продукта является его обогащение пищевыми волокнами за счет добавления ферментированных пшеничных отрубей, что способствует улучшению работы желудочно-кишечного тракта, повышает усвояемость питательных веществ, а также способствует кон-



тролю уровня сахара в крови. Определено, что с добавлением ферментированных полимеров пшеничных отрубей в смесь компонентов ускоряется кислотообразование на протяжении всего процесса ферментации молочно-белкового продукта.

По результатам исследования определено оптимальное количество ферментированных полимеров пшеничных отрубей – 2,0 % от массы обезжиренного молока. В дальнейших исследованиях целесообразно применять образцы именно с таким количеством отрубей. ■

Поступила в редакцию: 15.09.2025

Принята в печать: 15.01.2026

FUNCTIONAL DAIRY PROTEIN PRODUCT FORTIFIED WITH FERMENTED WHEAT BRAN POLYMERS

Natalia A. Sarnitskaya, Natalia B. Gavrilova

Omsk State Agrarian University, Omsk

ORIGINAL ARTICLE

Dairy protein products with fermented polymers are promising functional foods. They fortify the diet and prevent obesity, diabetes, and cardiovascular diseases. This article introduces a dairy protein product fortified with fermented wheat bran polymers. The biotransformation of wheat bran polymers took place at 60 ± 2 °C. The complex of enzyme preparations included 1.0% AmyloLux ATC, 0.5% Bioferm, and 0.5% Proteaza Kislaya to the weight of wheat bran. The hydromodule ratio of wheat bran to water was 1:6. After 4 h of biotransformation, the amount of glucose was 0.13%, the amount of fructose was 0.05%, and the share of amino nitrogen was 0.03%. The new functional product underwent a set of sensory and physicochemical tests. The optimal chemical composition was as follows: $72.10 \pm 0.10\%$ moisture content, $27.10 \pm 0.10\%$ solids, $1.02 \pm 0.10\%$ ash. Further research in fermented polymers will expand the range of functional properties focused on the health and well-being of consumers.

Keywords: dairy protein product, biotransformation, fermented wheat bran, fortification, specialized foods

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Van Bussel, L. M. Consumers' perceptions on food-related sustainability: A systematic review / L. M. Van Bussel [et al.] // Journal of Cleaner Production. 2022. Vol. 341. Article number 130904. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130904>
2. Коновалов, С. А. Современная биотехнология производства молочного десерта с функциональными ингредиентами / С. А. Коновалов [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2024. Т. 86, № 1(99). С. 70–83. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2024-1-70-83>; <https://elibrary.ru/ekkkqa>
3. Харитонов, Д. В. Разработка концепции создания синбиотиков и синбиотических молочных продуктов / Д. В. Харитонов, И. В. Харитонов, А. Ю. Просеков // Техника и технология пищевых производств. 2013. № 4(31). С. 91–94. <https://elibrary.ru/rnieon>
4. Gavrilova, N. B. Current trend in the development of biotechnology of a specialized dairy product for nutrition of athletes / N. B. Gavrilova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Article number 012036. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012036>. <https://elibrary.ru/bmxkel>
5. Farsi, D. N. Cotter Cottage cheese, a relatively underexplored cultured dairy product with potential health benefits? / D. N. Farsi [et al.] // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2025. Vol. 65(32). P. 7953–7963. <https://doi.org/10.1080/10408398.2025.2487682>
6. Plasek, B. Factors that Influence the Perceived Healthiness of Food—Review / B. Plasek, Z. Lakner, Á. Temesi // Nutrients. 2020. Vol. 12(6). Article number 1881. <https://doi.org/10.3390/nu12061881>
7. Fouillet, H. Plant to animal protein ratio in the diet: Nutrient adequacy, long-term health and environmental pressure / H. Fouillet [et al.] // Frontiers in Nutrition. 2023. Vol. 10. Article number 1178121. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1178121>
8. Гаврилова, Н. Б. Биотехнологические аспекты производства творожных продуктов для специализированного питания / Н. Б. Гаврилова, Н. Ф. Иванова, Н. Л. Чернопольская // Молочная промышленность. 2023. № 5. С. 82–84. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2023-5-4>; <https://elibrary.ru/odcpze>
9. Ермолаев, В. А. Вакуумные технологии молочно-белковых концентратов / В. А. Ермолаев, А. Ю. Просеков. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2010. – 211 с. <https://elibrary.ru/qnhygd>
10. Kononov, S. A. Development of technology for a creamy dessert bioproduct for healthy nutrition with functional ingredients / S. A. Kononov [et al.] // Agrarian Science. 2024. Vol. 388(11). P. 150–156. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-388-11-150-156>
11. Päivärinta, E. Replacing animal-based proteins with plant-based proteins changes the composition of a whole nordic diet. A randomised clinical trial in healthy finnish adults / E. Päivärinta [et al.] // Nutrients. 2020. Vol. 12(4). P. 943. <https://doi.org/10.3390/nu12040943>
12. Ingallina, C. Enhancing human health through nutrient and bioactive compound recovery from agri-food by-products: A decade of progress / C. Ingallina [et al.] // Nutrients. 2025. Vol. 17(15). 2528. <https://doi.org/10.3390/nu17152528>
13. Celeiro, M. Editorial: Plant bioactive compounds from agro-industrial by-products for improvement of nutritional quality of foods / M. Celeiro, A. Lončarić // Frontiers in Nutrition. 2024. Vol. 11. Article number 1448549. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1448549>
14. Prosekov, A. Functional properties of the enzyme-modified protein from oat bran / A. Prosekov [et al.] // Food Bioscience. 2018. Vol. 24. P. 46–49. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2018.05.003>
15. Iqbal, S. Modification of dietary fibers to valorize the by-products of cereal, fruit and vegetable industry. A review on treatment methods / S. Iqbal, Ö. Tirpanalan-Staben, K. Franke // Plants. 2022. Vol. 11(24). 3466. <https://doi.org/10.3390/plants11243466>
16. Погорелова, Н. А. Эффективность конверсии комплексом гидролитических ферментов биополимеров пшеничных отрубей / Н. А. Погорелова, Н. А. Сарникая, Д. С. Нардин // Химия растительного сырья. 2024. № 2. С. 340–354. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20240213107>; <https://elibrary.ru/rlygjm>
17. Погорелова, Н. А. Конверсия пшеничных отрубей в целевые продукты биосинтеза / Н. А. Погорелова, Н. Б. Гаврилова // Техника и технология пищевых производств. 2023. Т. 53, № 1. С. 49–59. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-1-2414>; <https://elibrary.ru/dahakz>
18. Погорелова, Н. А. Определение эффективности способов конверсии пшеничных отрубей для использования их в технологии продуктов питания / Н. А. Погорелова [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. 2020. № 1. С. 48–57. <https://doi.org/10.36107/spfp.2020.228>; <https://elibrary.ru/vtjbfx>