



Научная статья
4.3.3. – Пищевые системы (технические науки)
УДК637.041

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2026.02.013

EDN: OYDYOY

РАСТВОРИМОСТЬ ИНГРЕДИЕНТОВ С БЕЛКАМИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ И ТЕМПЕРАТУРЫ

Алла Львовна Новокшанова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва, Россия, novokshanova@ion.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5049-1472>

Аннотация. Концентраты сывороточных белков используют для улучшения пищевой ценности продуктов энтерального питания и прочей специализированной пищевой продукции. Особенности индивидуальных технологий получения концентратов сывороточных белков отражаются на их физико-химических свойствах. Цель работы состояла в изучении влияния температуры и концентрации на скорость растворения изолята, содержащего 90 % сывороточного белка (ИСБ 90), концентрата, содержащего 80 % сывороточного белка (КСБ 80) и лецитинизированного концентрата сывороточного белка с массовой долей белка 80 % (ЛКСБ 80). Концентрации ингредиентов варьировали от 1 до 10 % с шагом 3 %. Визуальные наблюдения за процессом растворения ингредиентов вели в четырех температурных режимах: 20, 40, 60 и 80 °С. Активную кислотность растворенных концентратов сывороточных белков определяли потенциометрическим методом. Активная кислотность рассматриваемых образцов изменялась от более кислой до менее кислой при прочих равных условиях в ряду: ИСБ 90 → КСБ 80 → ЛКСБ 80. В условиях эксперимента установлено, что оптимальная температура растворения ИСБ 90 составляла 40 °С, для КСБ 80 и ЛКСБ 80 – 60 °С. При 80 °С продолжительность растворения всех наблюдаемых ингредиентов удлинялась в сравнении с более низкими температурами. При этом температура гидратации 80 °С нежелательна при формировании смесей с ИСБ 90 и ЛКСБ 80 из-за значительного удлинения процесса. В системах с КСБ 80 допустим весь исследованный температурный диапазон, в то время как для ЛКСБ 80 приемлем только интервал от 20 до 60 °С. Полученные результаты могут быть применимы в практических условиях при формировании молочных составных и различных специализированных пищевых продуктов, в том числе для энтерального питания.

Ключевые слова: специализированные пищевые продукты, энтеральное питание, изоляты сывороточных белков, концентраты сывороточных белков, растворимость, активная кислотность.

Для цитирования: Новокшанова А. Л. Растворимость ингредиентов с белками молочной сыворотки в зависимости от концентрации и температуры // Ползуновский вестник. 2026. № 2, С. 97–101. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2026.02.013. EDN: <https://elibrary.ru/OYDYOY>.

Original article

SOLUBILITY OF INGREDIENTS WITH WHEY PROTEINS DEPENDING ON CONCENTRATION AND TEMPERATURE

Alla L. Novokshanova

Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety», Moscow, Russia, novokshanova@ion.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5049-1472>

Abstract. Whey protein concentrates are used to improve the nutritional value of enteral nutrition products and other specialized food products. The specific technologies used to produce whey protein concentrates affect their physicochemical properties. The aim of this study was to investigate the influence of temperature and concentration on the dissolution rate of a 90% whey protein isolate (WPI 90), an 80% whey protein concentrate (WPC 80), and a lecithinized whey protein concentrate with a protein content of 80% (LPC 80). Ingredient concentrations varied from 1% to 10% in 3% increments. Visual observations of the ingredient dissolution process were conducted at four temperature levels: 20, 40, 60, and 80 °C. The active acidity of the dissolved whey protein concentrates was determined potentiometrically. The active acidity of the samples under study varied from more acidic to less acidic, all other things being equal, in the following order: ISB 90 → KSB 80 → LKSB 80. Under experimental conditions, the optimal dissolution temperature was found to be 40 °C for ISB 90, while for KSB 80 and LKSB 80 it was 60 °C. At 80 °C, the dissolution time of all observed ingredients was prolonged compared to lower temperatures. A hydration temperature of 80 °C is undesirable when forming mixtures with ISB 90 and LKSB 80 due to a significant prolongation of the process. The entire studied temperature range is permissible for systems with KSB 80, while for LKSB 80, only the range from 20 to 60 °C is acceptable. The

© Новокшанова А. Л., 2026

obtained results can be applied in practical conditions in the formation of dairy components and various specialized food products, including those for enteral nutrition.

Keywords: specialized food products, enteral nutrition, whey protein isolates, whey protein concentrates, solubility, active acidity.

For citation: Novokshanova, A. L. (2026). Solubility of ingredients with whey proteins depending on concentration and temperature. *Polzunovskiy vestnik*, (2), 97-101. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2026.02.013. EDN: <https://elibrary.ru/OYDYOY>.

ВВЕДЕНИЕ

Продукты энтерального питания, предназначенные для зондового питания и/или перорального употребления, относятся к специализированной продукции диетического профилактического и/или диетического лечебного питания [1]. Они могут быть показаны и взрослым, и детям в качестве единственного источника пищевых веществ и энергии [2, 3, 4, 5], а также могут быть использованы в качестве их дополнительного источника при недостаточности питания или риске ее формирования, когда обычный прием пищи невозможен или ограничен [6, 7, 8].

По существу, продукты энтерального питания представляют собой составные пищевые системы, содержащие весь набор нутриентов, необходимых человеку для обеспечения его физиологических потребностей. Протеиновый компонент продуктов энтерального питания можно формировать из источников разного происхождения, но приоритет имеют белки с высокими показателями биологической ценности. При этом наиболее информативными считаются методы, учитывающие не только количественное содержание аминокислот в белке, но и степень их усвоения. Независимо от того, на каком этапе пищеварительного процесса определялось усвоение аминокислот – в конце тонкого кишечника¹ или в конце пищеварительного тракта², молочные белки имеют максимальные показатели биологической ценности [9, 10].

На рынке пищевых ингредиентов молочные белки представлены в виде сухих производных казеина и сывороточных белков или их комбинаций. Помимо высокой нутритивной ценности эти виды пищевого сырья отличаются нейтральными вкусами и имеют длительные сроки годности, что обуславливает целесообразность их использования не только в продуктах энтерального питания и в специализированной пищевой продукции, но и в разных отраслях пищевой промышленности [11].

Выделяемые из обезжиренного молока или сыворотки, а впоследствии подвергаемые высушиванию, производные казеина и сывороточных белков в определенной степени утрачивают свои нативные свойства [12, 13, 14, 15], прежде всего гидрофильные.

Цель работы – изучить влияние температуры и концентрации на скорость растворения нескольких видов сухих ингредиентов, содержащих сывороточные белки.

МЕТОДЫ

В работе использованы ингредиенты российского производства (АО «Молвест»): изолят, содержащий 90 % сывороточного белка (ИСБ 90), концентрат, содержащий 80 % сывороточного белка (КСБ 80) и лецитинизированный концентрат сывороточного белка с массовой долей белка 80 % (ЛКСБ 80).

Продолжительность растворения определяли, создавая модельные системы с массовой долей каждого ингредиента от 1 до 10 % и с шагом 3 %. Для этого в стеклянные стаканы вместимостью 200 см³ вносили соответствующие навески питьевой воды, а затем навески сухих ингредиентов. При этом образцы постоянно помешивали стеклянной палочкой. Все операции и визуальные наблюдения за процессом растворения ингредиентов вели при четырех температурных режимах: 20, 40, 60 и 80 °С.

Продолжительность растворения определяли от начала внесения ингредиента в воду до полного исчезновения видимых его включений в виде хлопьев, комочков или осадка.

Далее в растворах белков, доведенных до температуры (20±1) °С, определяли активную кислотность потенциометрическим методом [16].

Повторность опытов была трехкратной. Для построения графиков использована программа Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ

По внешнему виду все ингредиенты представляли собой сыпучие мелкодисперсные порошки однородного светло-кремового цвета. Цвет ИСБ 90 был наиболее светлым из всех образцов, а цвет ЛКСБ 80 был самым насыщенным. Вкус и запах всех ингредиентов был чистым, сывороточным, сладковатым, без посторонних привкусов и запахов.

Пищевая ценность сухих ингредиентов, содержащих сывороточные белки, по данным производителя, представлена на рисунке 1.

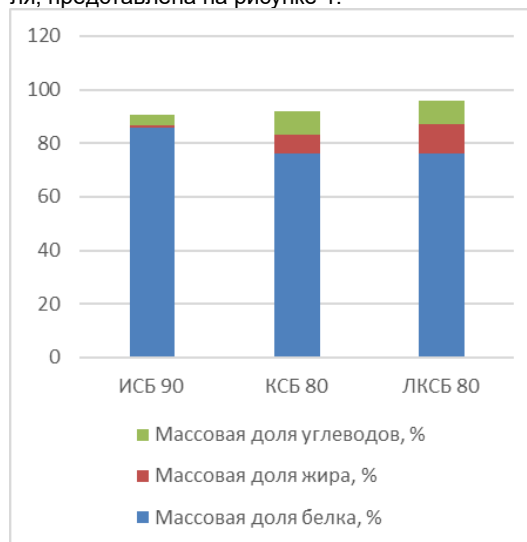


Рисунок 1 – Содержание белка, жира и углеводов в сухих ингредиентах

Figure 1 – Protein, fat, and carbohydrate content in dry ingredients

¹Digestible Indispensable Amino Acid Score (DIAAS) – не имеет ограничения верхнего предела.

²Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (PDCAAS) – имеет ограничивающий предел в 1,0.

РАСТВОРИМОСТЬ ИНГРЕДИЕНТОВ С БЕЛКАМИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ И ТЕМПЕРАТУРЫ

Диапазон содержания белка в ингредиентах колебался в интервале от 76 % в КСБ 80 и ЛКСБ 80 до 86 % в ИСБ 90. Существенную разницу составляло содержание жира: 0,5 % – в ИСБ 90, 7 % – в КСБ 80 и 11 % – в ЛКСБ 80. Жировой компонент ЛКСБ 80 кроме молочного жира включал соевый лецитин. Углеводная составляющая всех исследованных ингредиентов была представлена только лактозой. Разница в содержании лактозы в ингредиентах была минимальной в сравнении с белками и жирами. Диапазон содержания лактозы колебался в интервале от 4 % в ИСБ 90 до 9 % в КСБ 80 и ЛКСБ 80. Следовательно, наибольшее влияние на скорость растворения исследованных сухих ингредиентов, содержащих сывороточные белки, оказывало, прежде всего, содержание в них белка и жира.

Достоверно установлено, что активная кислотность рассматриваемых образцов изменялась от более кислой до менее кислой при прочих равных условиях в ряду:

ИСБ 90 → КСБ 80 → ЛКСБ 80.

При этом все колебания активной кислотности в зависимости от концентрации ингредиента в растворе были недостоверны, как это следует из данных таблицы 1.

Таблица 1 – Активная кислотность опытных образцов
Table 1 – Active acidity of experimental samples

Массовая доля ингредиента, %	Активная кислотность водного раствора, единицы рН		
	ИСБ 90	КСБ 80	ЛКСБ 80
1	5,76±0,01	5,93±0,01	6,09±0,01
4	5,77±0,01	5,92±0,01	6,11±0,01
7	5,78±0,01	5,92±0,01	6,17±0,01
10	5,79±0,01	5,93±0,01	6,18±0,01

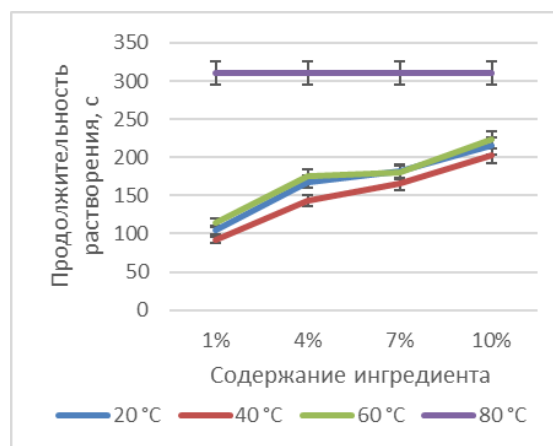
Динамика растворения сухих ингредиентов представлена на рисунке 1. По полученным данным, самую высокую скорость растворения из рассмотренных образцов имел КСБ 80. В минимальной концентрации 1 % он растворялся за (49±1) с при 20 °С, за (44±1) с – при 40 °С, за (36±1) с – при 60 °С и за (47±1) с при 80 °С.

ОБСУЖДЕНИЕ

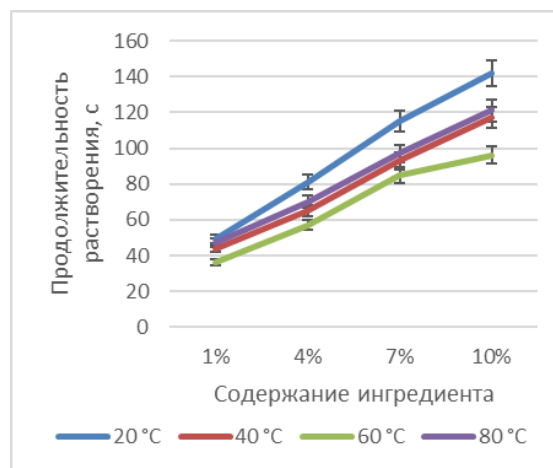
Как известно, сывороточные белки относятся к кислым белкам и, растворяясь в воде, могут в некоторой степени смещать реакцию среды в кислую сторону. Именно этот результат наблюдали в эксперименте. Более кислая реакция среды в растворах ИСБ 90 была обусловлена тем, что концентрация белка в них была выше в сравнении с другими образцами в параллельных измерениях. При равном содержании белка в соответствующих образцах с КСБ 80 и ЛКСБ 80 реакция среды была менее кислой в образцах, содержащих соевый лецитин. По-видимому, это связано с амфифильной природой молекул лецитина и некоторой нейтрализацией активных Н⁺.

Как следует из таблицы 1, КСБ 80 занимал промежуточное положение между ИСБ 90 и ЛКСБ 80 по показателю активной кислотности. Поскольку скорость гидратации многих веществ определяется наличием зарядов на их поверхности, можно предположить, что степень ионизации КСБ 80 при его содержании от 1 до 10 % от массы системы была наиболее оптимальной для гидратации в воде в интервале температур от 20 до 80 °С по сравнению с ИСБ 90 и ЛКСБ 80 в таких же условиях, что наглядно отражают графики на рисунке 1.

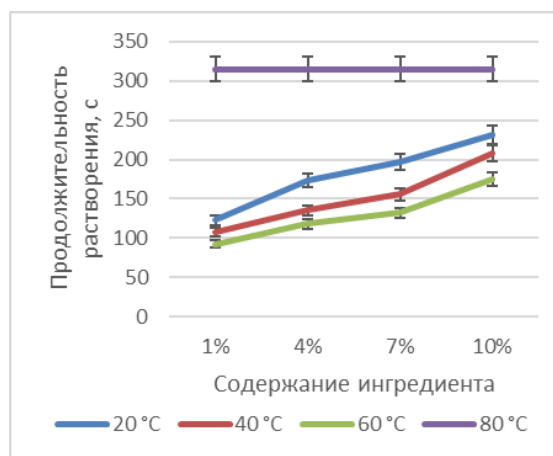
Установлено, что растворимость КСБ 80 положительно коррелировала с концентрацией ингредиента при всех температурных режимах (рисунок 1, б).



а)



б)



в)

Рисунок 2 – Продолжительность растворения сухих ингредиентов, содержащих сывороточные белки:
а – ИСБ 90, б – КСБ 80, в – ЛКСБ 80

Figure 2 – Duration of dissolution of dry ingredients containing whey proteins: a – ISB 90, b – CSB 80, c – LCSB 80

Минимальную длительность растворения КСБ 80 наблюдали при 60 °С, а максимальную – при 20 °С.

При температуре 40 и 80 °С длительность растворения КСБ 80 в концентрации от 1 до 10 % по массе достоверно не отличалась. При 20 °С КСБ 80 в минимальной концентрации ингредиента 1 % растворялся за (49±1) с, а в максимальной концентрации 10 % – за (142±1) с; при 60 °С эти же показатели составили соответственно (36±1) и (96±1) с.

Увеличение концентрации сывороточных белков в ИСБ 90 по сравнению с КСБ 80 и ЛКСБ 80 сопровождалось изменением динамики процессов гидратации. При любой концентрации и при всех температурных режимах ИСБ 90 и ЛКСБ 80 растворялись дольше, чем КСБ 80.

При температуре 80 °С наблюдали постоянную скорость растворения 310 с для ИСБ 90 (рисунок 1, а) и 315 с – для ЛКСБ 80 (рисунок 1, в) независимо от их концентрации. При трёх других температурных режимах 20, 40 и 60 °С для ИСБ 90 и ЛКСБ 80 установлены положительные линейные зависимости от концентрации ингредиентов. Однако для ИСБ 90 различия в скорости растворения при 20 и 60 °С были недостоверными. Минимальную скорость растворения ИСБ 90 наблюдали при 40 °С. Для ЛКСБ 80 наблюдаемые отличия длительности растворения при 20, 40 и 60 °С были достоверными. Как следует из графика на рисунке 1, в, минимальная скорость растворения ЛКСБ 80 была при 60 °С.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях эксперимента установлено, что оптимальная температура растворения ИСБ 90 составляла 40 °С, для КСБ 80 и ЛКСБ 80 – 60 °С. При 80 °С продолжительность растворения всех наблюдаемых ингредиентов удлинялась в сравнении с более низкими температурами. Этот результат можно объяснить усилением тепловой денатурации сывороточных белков. При этом температура гидратации 80 °С нежелательна в случае формирования смесей с ИСБ 90 и ЛКСБ 80 из-за значительного удлинения процесса.

Несмотря на то, что содержание белка в сухих КСБ 80 и ЛКСБ 80 и, следовательно, в созданных с ними водных растворах было одинаково, в динамике растворения этих ингредиентов выявлены достоверные отличия. В системах с КСБ 80 допустим весь исследованный температурный диапазон, в то время как для ЛКСБ 80 приемлем только интервал от 20 до 60 °С.

Полученные результаты могут быть применимы в практических условиях при обосновании режимов технологического процесса производства молочных составных и специализированных продуктов.

Материал подготовлен в рамках государственного задания FGMF-2025-0011.

Автор выражает признательность главному технологу АО «Молвест» / ПАО Молочный Комбинат Воронежский, доктору технических наук Мельниковой Елене Ивановне за предоставленные образцы молочных белков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ 35004-2023 Продукты пищевые энтерального питания базовые. М. : ФГБУ «Институт стандартизации», 2023. 21 с.
- Fabbro E.D., Shalini D., Bruera E. Symptom Control in Palliative Care – Part II: Cachexia / Anorexia and Fatigue. J. Palliat Med 2006; 9(2): 409–421. 25. Co-100

togni P., Stragliotto S., Ossola M., Collo A., Riso S. The Role of Nutritional Support for Cancer Patients in Palliative Care. Nutrients. 2021 Jan 22; 13(2):306.

3. Arends J., Bachmann P., Baracos V., Barthelmy N., Bertz H., Bozzetti F. [et al.]. ESPEN guidelines on nutrition in cancer patients. Clin Nutr 2017;36 (1):11e48.

4. Barazzoni R., Bischoff S.C., Breda J. [et al.]. ESPEN expert statements and practical guidance for nutritional management of individuals with SARS-CoV-2 infection. Clin Nutr. 2020; 39(6):1631-8. DOI: 10.1016/j.clnu.2020.03.022.

5. Stratton R.J., Hébuterne X., Elia M. A systematic review and meta-analysis of the impact of oral nutritional supplements on hospital readmissions. Ageing Res Rev. 2013; 12(4):884-97. DOI: 10.1016/j.arr.2013.07.002.

6. Потапов А.Л. Дополнительное пероральное питание в составе нутритивной поддержки в онкохирургии. Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2020; 17(2):64-69. <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2020-17-2-64-69>.

7. Hoekstra J.C., Goosen J.H., de Wolf G.S., Verheyen C.C. Effectiveness of multidisciplinary nutritional care on nutritional intake, nutritional status and quality of life in patients with hip fractures: a controlled prospective cohort study. Clin Nutr 2011; 30: 455–61.

8. Anbar R., Beloosesky Y., Cohen J. [et al.]. Tight calorie control in geriatric patients following hip fracture decreases complications: a randomized, controlled study. Clin Nutr, 2014; 33: 23–8.

9. Wolfe R.R., Rutherford S.M., Kim I.Y. and Moughan P.J. 2016. Protein quality as determined by a digestible indispensable amino acid score: Evaluation of factors underlying the calculation. Nutrition Reviews 74 (9): 584–99. doi: 10.1093/nutrit/nuw022.

10. Forester S.M., Jennings-Dobbs E.M., Sathar S.A. and Layman D.K. 2023. Perspective: Developing a nutrient-based framework for protein quality. The Journal of Nutrition 153 (8):2137–46. doi: 10.1016/j.tjnut.2023.06.004

11. Гурский И.А. Текстура обезжиренного йогурта с изолятами и концентратами белков // Пищевые системы. 2023. № 1. С. 29–35.

12. Технологические функции белков молочной сыворотки в энтеральном питании / Новокшанова А.Л. // Ползуновский вестник. 2025. № 2. С. 108–111.

13. Mairaj Khalid, Nayef Ghasem, Xing Yang, Karin Schroen, Akmal Nazir. Progress in Membrane Technology for the Enrichment of Individual Whey Proteins, Industrial & Engineering Chemistry Research, 10.1021/acs.iecr.5c00643.

14. Assiya Mirzakulova, Tolkyn Sarsembaeva, Zhulduz Suleimenova, Łukasz Kowalski, Bożena Gajdzik, Radosław Wolniak, Michał Bemberek. Whey: Composition, Processing, Application, and Prospects in Functional and Nutritional Beverages – A Review, Foods, 10.3390/foods14183245, 14, 18, (3245).

15. Raúl J. Delgado-Macuil, Beatriz Perez-Armendariz, Gabriel Abraham Cardoso-Ugarte, Shirley E. Martinez Tolibia, Alfredo C. Benitez-Rojas, Recent Biotechnological Applications of Whey: Review and Perspectives, Fermentation, 10.3390/fermentation11040217, 11, 4, (217).

16. ГОСТ 32892-2014. Молоко и молочная продукция. Метод измерения активной кислотности (с Поправкой). М. : Стандартинформ, 2015.

Информация об авторах

А. Л. Новокшанова – доктор технических

РАСТВОРИМОСТЬ ИНГРЕДИЕНТОВ С БЕЛКАМИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ И ТЕМПЕРАТУРЫ

наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи.

REFERENCES

1. GOST 35004-2023 Basic enteral nutrition products. M. : Federal State Budgetary Institution "Institute of Standardization", 2023. 21 p.
2. Fabbro, E.D., Shalini, D., Bruera, E. Symptom Control in Palliative Care - Part II: Cachexia/Anorexia and Fatigue. *J Palliat Med* 2006; 9(2): 409-421. 25. Cognition P., Stragliotto S., Ossola M., Collo A., Riso S. The Role of Nutritional Support for Cancer Patients in Palliative Care. *Nutrients*. 2021 Jan 22;13(2):306.
3. Arends, J., Bachmann, P., Baracos V., Barthelmy, N., Bertz, H., Bozzetti, F. [et al.]. (2017). ESPEN guidelines on nutrition in cancer patients. *Clin Nutr* 2017; 36 (1):11e48.
4. Barazzoni, R., Bischoff S.C., Breda, J. [et al.]. (2020). ESPEN expert statements and practical guidance for nutritional management of individuals with SARS-CoV-2 infection. *Clin Nutr*. 2020; 39(6):1631-8. DOI: 10.1016/j.clnu.2020.03.022.
5. Stratton, R.J., Hébuterne X., Elia M. (2013). A systematic review and meta-analysis of the impact of oral nutritional supplements on hospital readmissions. *Ageing Res Rev*. 2013; 12(4):884-97. DOI: 10.1016/j.arr.2013.07.002.
6. Potapov, A.L. (2020). Additional oral nutrition as part of nutritional support in oncosurgery. *Bulletin of Anesthesiology and Reanimatology*. 2020; 17(2):64-69. <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2020-17-2-64-69>.
7. Hoekstra, J.C., Goosen, J.H., de Wolf, G.S., Verheyen, C.C. (2011). Effectiveness of multidisciplinary nutritional care on nutritional intake, nutritional status and quality of life in patients with hip fractures: a controlled prospective cohort study. *Clin Nutr*, 2011; 30: 455–61.
8. Anbar, R., Beloosesky, Y., Cohen, J [et al.]. (2014). Tight calorie control in geriatric patients following hip fracture decreases complications: a randomized, controlled study. *Clin Nutr*, 2014; 33: 23–8.
9. Wolfe, R.R., Rutherford, S.M., Kim, I.Y. and Moughan, P.J. (2016). Protein quality as determined by a digestible indispensable amino acid score: Evaluation of factors underlying the calculation. *Nutrition Reviews* 74 (9):584-99. doi: 10.1093/nutrit/nuw022.
10. Forester, S.M., Jennings-Dobbs, E.M., Sathar, S.A. and Layman, D.K. (2023). Perspective: Developing a nutrient-based framework for protein quality. *The Journal of Nutrition* 153 (8):2137-46. doi: 10.1016/j.tjnut.2023.06.004.
11. Gurskiy, I.A. (2023). Texture of Low-Fat Yogurt with Protein Isolates and Concentrates // *Food Systems*. 2023. No. 1. pp. 29-35.
12. Novokshanova, A.L. (2025). Developments in the field of specialized nutrition using dairy raw materials. *Polzunovskiy vestnik*, (2), 108-111. (In Russ). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.02.016. EDN: <https://elibrary.ru/JMFXGV>.
13. Mairaj Khalid, Nayef Ghasem, Xing Yang, Karin Schroen, Akmal Nazir. (2025). Progress in Membrane Technology for the Enrichment of Individual Whey Proteins, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 10.1021/acs.iecr.5c00643.
14. Assiya Mirzakulova, Tolkyn Sarsembaeva, Zhulduz Suleimenova, Łukasz Kowalski, Bożena Gajdzik, Radosław Wolniak, Michał Bembenek (2025). Whey: Composition, Processing, Application, and Prospects in Functional and Nutritional Beverages - A Review, *Foods*, 10.3390/foods14183245, 14, 18, (3245).
15. Raúl, J. Delgado-Macuil, Beatriz. (2025). Perez-Armendariz, Gabriel Abraham Cardoso-Ugarte, Shirley E. Martinez Tolibia, Alfredo C. Benítez-Rojas, Recent Biotechnological Applications of Whey: Review and Perspectives, *Fermentation*, 10.3390/fermentation11040217, 11, 4, (217).
16. GOST 32892-2014. Milk and Dairy Products. Method for Measuring Active Acidity (with Amendment). Moscow: Standartinform; 2015.

Information about the authors

A.L. Novokshanova - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 17 декабря 2025; одобрена после рецензирования 24 апреля 2026; принята к публикации 18 мая 2026.

The article was received by the editorial board on 17 Dec 2025; approved after editing on 24 Apr 2026; accepted for publication on 18 May 2026.