

Научная статья

УДК 637.12.04(06)

DOI 10.46845/1997-3071-2025-76-55-63

Получение молочного желе с коллагенсодержащей добавкой из рыбьей чешуи

Виктор Иванович Воробьев¹, Елена Владимировна Нижникова²

^{1,2}Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

¹viktor.vorobev@klgtu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8209-7851>

²elena.nizhnikova@klgtu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2209-7937>

Аннотация. Исследование связано с возможностью применения нативной коллагенсодержащей добавки, полученной из чешуи судака (*Sander lucioperca*), для замены ею более дорогого желатина животного происхождения в рецептуре молочного желе. Наработана опытная партия коллагенсодержащей добавки из рыбьей чешуи и определен ее общий химический состав: влага – 7,2 %, белок – 71,4 %, жир – 1,4 %, зола – 20,0 %, в том числе кальций (Ca) – 6,5 %, фосфор (P) – 3,8 %. Согласно представленной рецептуре молочного желе получен ее контрольный образец (с животным желатином) следующего общего химического состава: влага – 82,35 %, белок – 4,10 %, жир – 2,75 %, углеводы – 9,9 %, общая зола – 0,9 %, а также опытный образец (с рыбной коллагенсодержащей добавкой и желатином) соответственно: влага – 82,77 %, белок – 4,74 %, жир – 2,49 %, углеводы – 8,9 %, общая зола – 1,1 %. Показано (расчетный метод), что опытный образец молочного желе имеет пониженную энергетическую ценность (76,97 ккал) по сравнению с контрольным (80,75 ккал). Определено, что добавление рыбной коллагенсодержащей добавки в рецептуру молочного желе способствует увеличению выхода готовой продукции в сравнении с контрольным образцом. Исследованы органолептические характеристики опытного и контрольного образцов молочного желе. Установлено, что опытный образец желе (по структуре напоминающей мягкое мороженое) отличался от контрольного более плотной и упругой консистенцией и менее сладким вкусом. Частичная замена животного желатина на коллагенсодержащую добавку в рецептуре молочного желе способствует его обогащению продуктами гидролиза рыбного коллагена и биогенного кальция, а также вовлечению в промышленное производство значительных количеств малоиспользуемой рыбьей чешуи.

Ключевые слова: рыбная коллагенсодержащая добавка, молочное желе, рыба, чешуя, животный желатин, десерт.

Для цитирования: Воробьев В. И., Нижникова Е. В. Получение молочного желе с коллагенсодержащей добавкой из рыбьей чешуи // Известия КГТУ. 2025. № 76. С. 55–63. DOI 10.46845/1997-3071-2025-76-55-63.

Original article

Preparation of milk jelly with collagen-containing additive from fish scales

Viktor I. Vorob'ev¹, Elena V. Nizhnikova²

^{1,2}Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

¹viktor.vorobev @klgtu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8209-7851>

²elena.nizhnikova@klgtu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2209-7937>

Abstract: The study is related to the possibility of using native collagen-containing additive obtained from pike-perch (*Sander lucioperca*) scales to replace more expensive gelatin of animal origin in the formulation of milk jelly. A pilot batch of collagen-containing additive from fish scales has been produced and its total chemical composition has been determined: moisture – 7.2%, protein – 71.4%, fat – 1.4%, ash – 20.0%, including calcium (Ca) – 6.5%, phosphorus (P) – 3.8%. According to the presented recipe of milk jelly its control sample (with animal gelatin) of the following general chemical composition has been obtained: moisture – 82,35%, protein – 4,10%, fat – 2,75%, carbohydrates – 9,9%, total ash – 0,9%, as well as the experimental sample (with fish collagen-containing additive and gelatin) respectively: moisture – 82,77%, protein – 4,74%, fat – 2,49%, carbohydrates – 8,9%, total ash – 1,1%. It has been shown (by calculation method) that the experimental sample of milk jelly has a reduced energy value (76.97 kcal) compared to the control (80.75 kcal). It has been found that fish collagen-containing additive in the formulation of milk jelly contributes to the increase in the yield of finished products, compared with the control. Organoleptic characteristics of experimental and control samples of milk jelly have been studied. It has been found that the experimental sample of milk jelly (in structure resembling soft ice cream) differs from the control by more dense and elastic consistency and less sweet flavour. Partial replacement of animal gelatin with collagen-containing additive in the formulation of milk jelly, contributes to its enrichment with products of hydrolysis of fish collagen and biogenic calcium, as well as involvement in industrial production of significant amounts of little-used fish scales.

Keywords: fish collagen-containing additive, milk jelly, fish scales, animal gelatin, dessert.

For citation: Vorobiev V. I., Nizhnikova E. V. Preparation of milk jelly with collagen-containing additive from fish scales. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2025;(76):55–63. (In Russ.). DOI 10.46845/1997-3071-2025-76-55-63.

ВВЕДЕНИЕ

Расширение ассортимента популярных десертов на основе молока (примерно 80 % людей вне зависимости от пола и возраста приобретают десерты на его основе), традиционно производимых в России в значительных количествах, является весьма актуальным направлением [1]. Важный экономический фактор молочных десертов – отсутствие колебаний их потребления в течение года, в отличие от сезонного спроса на фрукты, овощи и соки [1].

Желейные блюда (желе, муссы, кисели, самбуки, крема) относят к продуктам с низким содержанием жиров, что позволяет наряду с получением удовольст-

вия от их употребления корректировать калорийность ежедневного рациона, препятствуя риску возникновения ожирения, сердечно-сосудистых заболеваний, диабета и иных «болезней цивилизации» [2].

Желе является десертным изделием, приготовленным из различного сырья с применением гидроколлоидов (желатина, пектина, агар-агара и др.), способных в низких концентрациях образовывать стабильные гидрогели (студни) [3–7]. Желатин (продукт гидролиза коллагена животного происхождения, выпускаемый в виде порошка, гранул и листов) – одна из наиболее востребованных в пищевой промышленности добавок, применяемая как стабилизатор, текстуризатор, загуститель, студнеобразователь, влагоудерживающий агент [8].

Желатин также используется в продуктах с пониженным содержанием жира, чтобы имитировать ощущение жира во рту и создавать впечатление объема [8]. При концентрации желатина 2,7–3,0 % от общей массы продукта он образует прочные студни [8].

Существенными недостатками производства желатина являются значительные энергозатраты, длительность процесса получения традиционным способом (в связи с необходимостью перевода коллагенсодержащего сырья в растворимое состояние (гидролиз) с последующей нейтрализацией образовавшегося раствора, концентрированием и высушиванием) и как следствие – высокая стоимость конечного продукта.

Разработан способ получения коллагенсодержащей добавки из рыбьей чешуи (КД) без проведения процесса предварительного гидролиза сырья [9,10]. Полученная более дешевая КД из практически неиспользуемого сырья также содержит биогенный кальций (в основном гидроксиапатит), являющийся основой костей животных и человека [11,12].

Применение КД в составе молочного желе будет способствовать обогащению его продуктами гидролиза рыбного коллагена и биогенного кальция при снижении стоимости, а также вовлечению недостаточно используемых значительных количеств рыбьей чешуи в промышленное производство продукции функциональной направленности при снижении негативной экологической нагрузки на окружающую среду.

Цель работы – оценка возможности частичной замены желатина животного происхождения в рецептуре молочного желе на КД из рыбьей чешуи.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве компонентов для получения молочного желе использовались молоко «Нежинское» по ГОСТ 31450-2013 с массовой долей жира 2,5 %; сахар белый кристаллический по ГОСТ 33222-2015 «Сахар белый. Технические условия»; желатин пищевой П-160, тип Б, по ГОСТ 11293-2017, изготовитель ООО «Русская бакалейная компания»; пищевая добавка (фасованный ароматизатор «Ванилин», изготовитель ООО «Русская бакалейная компания»). Нарботку опытных партий КД осуществляли в лаборатории кафедры химии Калининградского государственного технического университета (КГТУ) согласно ранее разработанному способу из чешуи судака (*Sander lucioperca*), полученной при разделке рыбы на предприятиях Калининградской области.

Общий химический анализ КД, включающей *Ca* и *P*, проводили в сертифицированной испытательной лаборатории ООО «Калининградский испытательный центр» (ООО «КИЦ», г. Калининград), разными способами находили массовую долю белка (по Кьельдалю), жира (экстракционно-весовой), влаги (гравиметрический), общей золы (гравиметрический), кальция (атомно-абсорбционная спектрометрия), фосфора (спектрофотометрический с применением молибденово-кислого аммония в присутствии гидрохинона и сульфата натрия).

Химический состав КД был следующий: влага – 7,2 %, белок – 71,4 %, жир – 1,4 %, зола – 20,0 %, *Ca* – 6,5 %, *P* – 3,8 %.

Внешний вид КД представлен на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид КД, полученной из чешуи судака

Fig. 1. Appearance of collagen-containing additive obtained from pikeperch scales

При проведении исследований для получения опытного образца молочного желе использовали следующий рецепт, где 11 г желатина были заменены на 4 г желатина и 7 г КД: молоко коровье «Нежинское», жирность 2,5 % – 458 г; сахар белый – 20 г; желатин – 4 г; КД – 7 г; ванилин – 0,14 г.

В качестве контроля использовали аналогичный рецепт, но без добавления КД. Пищевую и энергетическую ценность опытного и контрольного образцов молочного желе определяли расчетным путем.

Процедуру получения молочного желе осуществляли следующим образом. Предварительно желатин и КД заливали по отдельности 100 мл холодного молока и оставляли на 30 мин с целью набухания. Далее в двух емкостях (для опыта и контроля) нагревали молоко (по 300 мл) на газовой плите, непрерывно помешивая в течение 10,5 мин, регулируя и контролируя температуру (при помощи термометра) до появления пены на поверхности смеси (при температуре 60–65 °С), затем смешивали с сахаром и ванилином до полного их растворения и добавляли по отдельности 100 мл молока с желатином и КД. Молочную смесь охлаждали до комнатной температуры с последующим разливом по формочкам, которые помещали в холодильник для образования желе (через 15–20 мин).

Органолептические показатели качества десерта (молочного желе) были оценены в соответствии с ГОСТ 31986-2012 «Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания». Определяли следующие показатели: внешний вид, цвет, консистенцию, вкус, состояние поверхности, вид на разрезе, способность сохранять форму. Для контроля

температуры при нагреве молочной смеси применяли электронный погружной термометр для пищевых жидкостей ТР-101 «Доляна» с погрешностью измерения ± 1 °С. Эксперименты проводились в лаборатории кафедры химии КГТУ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Важно отметить некоторую историческую аналогию представленного выше рецепта молочного желе (с добавлением КД) с популярным во всем мире холодным десертом панна коттой. Известно, что когда изобрели этот десерт (г. Пьемонте, Италия, 1900 г.), его желеобразующим компонентом был отвар рыбных костей (ввиду отсутствия тогда желатина и агар-агара), который придавал готовому диетическому продукту из молока (без добавления дорогого в то время сахара и жирных сливок) очень нежную консистенцию [13]. Согласно рекомендациям итальянских кулинаров важно, чтобы панна котта была скорее нежной, чем упругой, иначе она не будет отличаться от обычного желе [14].

Животный желатин в опыте (4 г, или менее 1 % от общей массы молочной смеси) добавляли для получения более нежного (нерезиноподобного), при этом «не тающего» при комнатной температуре готового изделия, а также для снижения его себестоимости.

Известно, что прочность рыбного желатина (выражается в единицах Bloom) ниже, чем у его животного аналога, полученного из кожи крупного рогатого скота или свиной кожи. С целью снижения упругости (прочности) молочного желе в его опытном образце часть животного желатина из общего его количества (11 г по начальной рецептуре) была заменена на 7 г КД и 4 г желатина, что значительно дешевле по сравнению с применяемым животным желатином, имеющим прочность 160 Bloom. Также важен тот факт, что данная КД, кроме коллагена, дополнительно содержит 20 % минеральных веществ (преимущественно гидроксиапатит кальция, являющийся функциональным пищевым компонентом) [15]. Для оценки влияния добавленных 7 г КД на выход готового продукта и его органолептические показатели в качестве контроля использовали рецептуру с 4 г желатина. Внешний вид полученных образцов молочного желе (контроль и опыт) представлен на рис. 2.



Рис. 2. Внешний вид образцов молочного желе: а – контроль (с желатином); в, с – опыт (с КД и желатином)

Fig. 2. Appearance of milk jelly samples: a – control (with gelatin); в, с – experiment (with a collagen-containing additive and gelatin)

Как видно из рис. 2, контрольный и опытный образцы молочного желе представляют собой однородную железованную массу, сохраняющую свою форму при комнатной температуре.

Необходимо отметить, что потери массы опытного образца (489,14 г (исходное сырье) – 468,0 г (желе) = 21,14 г (потери)) в процессе тепловой обработки по сравнению с контрольным образцом (482,14 г (исходное сырье) – 420 (желе) = 62,14 г (потери)) были меньше на 41 г. Согласно вышеприведенным эмпирическим данным можно сделать предварительный вывод о том, что добавление 1 г КД в рецептуре опытного образца молочного желе (с учетом добавленных 7 г КД) способствует дополнительному связыванию 4,86 г жидкости ((41 г – 7 г (КД)) : 7 г (КД) = 4,86 г (жидкости)) молочной смеси в процессе ее тепловой обработки.

Пищевая и энергетическая ценность опытного и контрольного образцов молочного желе представлена в табл. 1.

Таблица 1. Пищевая и энергетическая ценность опытного и контрольного образцов молочного желе

Table 1. Nutritional and energy value of experimental and control samples of milk jelly

Молочное желе	Массовая доля, %					Энергетическая ценность, ккал
	влага	белок	жир	углеводы	зола	
Опыт	82,77	4,74	2,49	8,9	1,1	76,97
Контроль	82,35	4,10	2,75	9,9	0,9	80,75

Из табл. 1. видно, что опытный образец молочного желе имеет повышенную массовую долю воды, белка и золы при пониженной – жира и углеводов, а также невысокой энергетической ценности по сравнению с контрольным образцом.

Органолептические характеристики опытного и контрольного образцов молочного желе следующие: внешний вид – однородная железованная масса, сохраняющая свою форму без трещин и значительных дефектов на поверхности; консистенция – достаточно плотная; цвет – белый; запах – молочный; вкус – молочный, сладкий.

Опытный образец молочного желе (по структуре напоминающий мягкое мороженое) отличался от контроля (структура близкая к кефиру, при комнатной температуре) более плотной и упругой консистенцией, имеющей тенденцию к увеличению при хранении. Кроме того, опытный образец желе на вкус был менее сладким по сравнению с контролем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали перспективность частичной замены желатина животного происхождения в рецептуре молочного желе на значительно более дешевую КД из рыбьей чешуи.

Добавление 1 г КД в рецептуре молочного желе способствует связыванию его 4,86 г жидкости молочной смеси и приводит к снижению потерь сырья при его

тепловой обработке при приемлемых органолептических характеристиках готового десертного изделия.

Положительным эффектом добавления КД в рецептуру молочного желе является также обогащение его биогенным гидроксиапатитом кальция – функциональным пищевым компонентом.

Список источников

1. Габдукаева Л. З., Нигъмезьянова Г. Г. Разработка технологии и рецептур молочных десертов с ягодными наполнителями и исследование их органолептических показателей качества // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2018. № 3 (39). С. 141–147.
2. Левченко Е. В. Обоснование рецептуры и технологии молочного желе, обогащенного водорастворимыми компонентами кофе // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2018. Т. 4. № 2. С. 150–159.
3. Желе делают из чего? Вопросы о производстве. URL: <https://FB.ru>article/585493/2024-jele-delayut-iz-chego-> (дата обращения: 17.10.2024).
4. Разработка низкокалорийного желе для комплексной переработки молочного сырья /А. А. Короткова [и др.] // Аграрно-пищевые инновации. 2020. № 2. С. 91–99.
5. Молочное желе для профилактического питания / В. Н. Храмова, С. Е. Божкова, М. П. Журавлева, Д. Н. Пилипенко // Аграрно-пищевые инновации. 2019. № 3. С. 63–69.
6. Причко Т. Г., Казахмедов Р. Э., Дрофичева Н. В. Разработка рецептуры полифункционального желе из фруктового и овощного сырья // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2020. № 1. С. 52–56.
7. Толстогузова Т. Т., Парфенова А. Н. Десертные продукты на молочной основе: обзор патентных источников // Молодой ученый. 2020. № 12. С. 55–58.
8. Mikhailov O. V. Gelatin as it is: history and modernity // International Journal of Molecular Sciences. 2023. V. 24. N. 4. P. 3583.
9. Воробьев В. И., Нижникова Е. В. Получение фракций коллагена и гидроксиапатита из рыбьей чешуи // Известия КГТУ. 2021. № 62. С. 80–91. DOI 10.46845/1997-3071-2021-62-80-91.
10. Способ обработки рыбьей чешуи для получения коллагена и гидроксиапатита: выложенная заявка. № 2021116247 / Воробьев В. И.; заявл. 03.06.21; опубл. 05.12. 22. Бюл. № 34. 2 с.
11. Influence of fish scale-based hydroxyapatite on forcespun polycaprolactone fiber scaffolds / D. Kodali [et al.] // ACS omega. 2022. V. 7. N. 10. P. 8323–8335, <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c05593>.
12. Храмов А. Г., Диняков В. А., Лодыгин А. Д. Современные методы обогащения сыров солями кальция // Современная наука и инновации. 2022. № 1. С. 68–79, <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2022.1.7>.
13. Панна котта из молока: пошаговый рецепт. URL: <https://food.ru/recipes/32177-panna-kotta-iz-moloka> (дата обращения: 17.10.2024).
14. Панна котта – нежный итальянский пудинг с ароматом ванили. URL: <https://www.canape-bar.ru/blog/panna-kotta--nezhnyy-italyanskiy-puding-s-notkami-/?ysclid=m2apotqqa9932980215> (дата обращения: 17.10.2024).

15. Якубова О. С., Бекешева А. А. Научное обоснование физических свойств рыбного желатина // Вестник Астраханского государственного университета. Сер. «Рыбное хозяйство». 2018. № 3. С. 132–138. DOI 10.24143/2073-5529-2017-3-132-140.

References

1. Gabdukaeva L. Z., Nig"metzyanova G. G. Razrabotka tekhnologii i retseptur molochnykh desertov s yagodnymi napolnitelyami i issledovanie ikh organolepticheskikh pokazateley kachestva [Development of technology and recipes of dairy desserts with berry fillings and study of their organoleptic quality indicator]. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P. A. Kostycheva*, 2018, no. 3 (39), pp. 141–147.
2. Levchenko E. V. Obosnovanie retseptury i tekhnologii molochnogo zhele, obogashchennogo vodorastvorimymi komponentami kofe [Justification of formulation and technology of milk jelly enriched with water-soluble components of coffee]. *Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii*, 2018, vol. 4, no. 2, pp. 150–159.
3. Zhele delayut iz chego? Voprosy o proizvodstve [Jelly is made from what? Questions about production], available at: [https:// FB.ru>article/585493/2024-jele-delayut-iz-chego-](https://FB.ru/article/585493/2024-jele-delayut-iz-chego-) (accessed 17 September 2024).
4. Korotkova A. A. [i dr.]. Razrabotka nizkokaloriynogo zhele dlya kompleksnoy pererabotki molochnogo syr'ya [Development of low-calorie jelly for complex processing of dairy raw materials]. *Agrarno-pishchevye innovatsii*, 2020, no. 2, pp. 91–99.
5. Khramova V. N., Bozhkova S. E., Zhuravleva M. P., Pilipenko D. N. Molochnoe zhele dlya profilakticheskogo pitaniya [Milk jelly for preventive nutrition]. *Agrarno-pishchevye innovatsii*, 2019, no. 3, pp. 63–69.
6. Prichko T. G., Kazakhmedov R. E., Droficheva N. V. Razrabotka retseptury polifunktsional'nogo zhele iz fruktoovogo i ovoshchnogo syr'ya [Development of a formulation of polyfunctional jelly from fruit and vegetable raw materials]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishhevaya tekhnologiya*, 2020, no. 1, pp. 52–56.
7. Tolstoguzova T. T., Parfenova A. N. Desertnye produkty na molochnoy osnove: obzor patentnykh istochnikov [Dairy-based dessert products: a review of patent sources]. *Molodoy uchenyy*, 2020, no. 12 (302), pp. 55–58.
8. Mikhailov O. V. Gelatin as it is: history and modernity. *International Journal of Molecular Sciences*, 2023. V. 24. N 4. P. 3583.
9. Vorobev V. I., Nizhnikova E. V. Poluchenie fraktsiy kollagena i gidroksiapatita iz ryb'ey cheshui [Obtaining collagen and hydroxyapatite fractions from fish scales]. *Izvestiya KGTU*. 2021, no. 62, pp. 80–91. DOI 10.46845/1997- 3071-2021-62-80-91.
10. Vorob'ev V. I. Sposob obrabotki ryb'ey cheshui dlya polucheniya kollagena i gidroksiapatita [Method of processing fish scales to obtain collagen and hydroxyapatite]. Vylozh. zayavka RF no. 2021116247, 2022.
11. Kodali D., Hembrick-Holloman V., Gunturu D. R., Samuel T., Jeelani S., Rangari V. K. Influence of fish scalebased hydroxyapatite on forcespun polycaprolactone fiber scaffolds. *ACS omega*, 2022. V. 7. N 10. P. 8323-8335. DOI 10.1021/acsomega.1c05593.

12. Khramtsov A. G., Dinyakov V. A., Lodygin A. D. Sovremennyye metody obogashcheniya syrov solyami kal'tsiya [Modern methods of cheese enrichment with calcium salts]. *Sovremennaya nauka i innovatsii*, 2022, no. 1, pp. 68–79, <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2022.1.7>.

13. Panna kotta iz moloka: poshagovyy retsept [Milk panna cotta – a step by step recipe], available at: <https://food.ru/recipes/32177-panna-kotta-iz-moloka> (accessed 17 September 2024).

14. Panna kotta – nezhnyy ital'yanskiy puding s aromat vanili [Panna cotta is a delicate Italian pudding flavoured with vanilla], available at: <https://www.canape-bar.ru/blog/panna-kotta-nezhnyy-italyanskiy-puding-s-notkami-/?ysclid=m2ap0tqqa9932980215> (Accessed 17 September 2024).

15. Yakubova O. S., Bekesheva A. A. Nauchnoe obosnovanie fizicheskikh svoystv rybnogo zhelatina [Scientific substantiation of physical properties of fish gelatin]. *Vestnik AGTU. Ser. "Rybnoe khozyaystvo"*, 2018, no. 3, pp. 132–138. DOI 10.24143/2073-5529-2017-3-132-140.

Информация об авторах

В. И. Воробьев – кандидат технических наук, доцент кафедры химии

Е. В. Нижникова – кандидат биологических наук, доцент кафедры химии

Information about the authors

V. I. Vorobev – PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Chemistry

E. V. Nizhnikova – PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Chemistry

Статья поступила в редакцию 20.10.2024; одобрена после рецензирования 01.11.2024; принята к публикации 20.11.2024.

The article was submitted 20.10.2024; approved after reviewing 01.11.2024; accepted for publication 20.11.2024.