

Обоснование выбора сырья и рецептурных ингредиентов для производства молочных десертов на основе деминерализованной сыворотки

Владимир И. Омельчук ¹	omelchukvova@rambler.ru	 0000-0002-2709-8824
Татьяна В. Калиновская ¹	kalinovskaya_88@mail.ru	 0000-0000-8052-2014
Александр В. Гаврилов ¹	tehfac@mail.ru	 0000-0003-3382-0307

¹ Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, пр-т Вернадского, 4, г. Симферополь, 295007, Россия

Аннотация. Статья посвящена усовершенствованию технологии молочного десерта и разработка рецептуры продукта повышенной биологической ценности. Проведен анализ литературных источников и поиск актуальных направлений развития в молокоперерабатывающей отрасли, в частности в производстве полезных молочных десертов. Установлено, что перспективным направлением исследований является разработка технологии десертов на основе сухой деминерализованной сыворотки, полученной из нанофильтрационного пермеата молочной сыворотки. Исследованы свойства сыворотки подсырной деминерализованной для производства нового вида структурированного десерта. Обоснован выбор сырья и рецептурных компонентов для производства молочных десертов повышенной биологической ценности. Рассчитана энергетическая, пищевая и биологическая ценность разработанного десерта, результаты показали, что продукт является низкокалорийным, с повышенным содержанием белков и незаменимых аминокислот.

Ключевые слова: молочный десерт, сыворотка подсырная деминерализованная, нанофильтрация, структурообразование.

Rationale for the choice of raw materials and prescription ingredients for the production of dairy desserts based on demineralized whey

Vladimir I. Omelchuk ¹	omelchukvova@rambler.ru	 0000-0002-2709-8824
Tatiana V. Kalinovskaya ¹	kalinovskaya_88@mail.ru	 0000-0000-8052-2014
Alexander V. Gavrilov ¹	tehfac@mail.ru	 0000-0003-3382-0307

¹ V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Prospekt Vernadskogo 4, Simferopol, Russia, 295007

Abstract. The article is devoted to the improvement of the milk dessert technology and the development of a product formulation of increased biological value. The analysis of literary sources and the search for current directions of development in the dairy industry, in the production of healthy dairy desserts, were carried out. It has been established that a promising area of research is the development of technology for desserts based on dry demineralized whey obtained from nanofiltration permeate of whey. The properties of demineralized cheese whey to produce a new type of structured dessert have been studied. The choice of raw materials and prescription components to produce dairy desserts of increased biological value is substantiated. The energy, nutritional and biological value of the developed dessert was calculated, the results showed that the product is low-calorie, with a high content of proteins and essential amino acids.

Keywords: milk dessert, demineralized cheese whey, nanofiltration, structure formation.

Введение

Развитие молочной индустрии можно оценивать по степени и полноте переработки молочного сырья, что обеспечивает использование всех составляющих молока и получения на их основе высококачественных продуктов. За последние годы в Российской Федерации получили распространение технологии, позволяющие повысить эффективность переработки молочной сыворотки.

В условиях роста цен на молочное сырье потребность полного использования ценного молочного сырья является экономически обоснованным. Необходимость переработки молочной сыворотки обусловлена также ухудшением экологической ситуации, так как при сбросах сыворотки в канализацию вместе с потерей ценных пищевых веществ, возникает проблема очистки сточных вод [1–3].

Цель работы – усовершенствование технологии молочного десерта и разработка рецептуры продукта повышенной биологической ценности.

Для цитирования

Омельчук В.И., Калиновская Т.В., Гаврилов А.В. Обоснование выбора сырья и рецептурных ингредиентов для производства молочных десертов на основе деминерализованной сыворотки // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85. № 1. С. 64–70. doi:10.20914/2310-1202-2023-1-64-70

For citation

Omelchuk V.I., Kalinovskaya T.V., Gavrilov A.V. Rationale for the choice of raw materials and prescription ingredients for the production of dairy desserts based on demineralized whey. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2023. vol. 85. no. 1. pp. 64–70. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2023-1-64-70

Материалы и методы

При выполнении работы использовали комплекс общепринятых, специальных физических, технологических, химических, микробиологических, органолептических, структурно-механических, статистических, экспериментально-статистических методов с использованием современных устройств и компьютерных технологий.

В качестве материалов исследования использовали сухую деминерализованную сыворотку ООО «Новатор».

Результаты и обсуждение

На сегодняшний день в РФ ассортимент продуктов на основе молочной сыворотки достаточно ограничен. Одной из основных проблем при переработке молочной сыворотки является крайне нестабильное качество исходного сырья. В частности, это касается кислой молочной сыворотки, использование которой ограничивается нарастанием кислотности во время резервирования.

Очевидно, что традиционные методы переработки молочной сыворотки не могут обеспечить полноту ее использования в пищевых целях. Сфера применения сухой сыворотки обычно ограничена из-за повышенной кислотности, высокой гигроскопичности, недостатков органолептических свойств (солончатый и кислостый вкус, выраженный сывороточный запах).

Современный уровень развития мембранных технологий расширяет возможности переработки сыворотки в молочной отрасли [1]. Основным преимуществом мембранных процессов является способность направленного регулирования состава и свойств молочной сыворотки во время ее обработки, обеспечение безотходных технологических циклов при меньших энергетических затратах. Кроме того, достигнут значительный прогресс относительно возможностей получения новых видов продуктов из молочной сыворотки [2].

Среди современных мембранных технологий к которым относят обратный осмос, микрофильтрацию, ультрафильтрацию, нанофильтрацию и электродиализ. В Российской Федерации практическое применение приобрели нанофильтрация и электродиализ.

Мембранные технологии в молочной промышленности позволяют получить ультрафильтрационные (УФ) концентраты цельного

молока, которые в большей степени обеднены лактозой и солями кальция. Это улучшает дальнейшие реологические свойства и вкус продуктов (творога или сметаны).

Баромембранные процессы, в основном ультрафильтрационные, позволяют получить молоко с повышенным содержанием белка, что важно при производстве качественных йогуртов. Себестоимость изготовления сухого цельного или обезжиренного молока, которое предварительно сконцентрировано обратным осмосом, намного ниже, чем при применении только процесса испарения.

Применение диафильтрации (дополнительное разбавление водой) позволяет получить молоко, которое полностью обеднено лактозой, так называемое «безлактозное» молоко. В последнее время получила развитие холодная пастеризация молока микрофильтрацией.

И это далеко не весь перечень возможного применения мембранных технологий в молокоперерабатывающей отрасли пищевой промышленности.

Внедрение мембранных технологий является тем направлением, которое сможет поднять отечественную молочную промышленность на новый, более высокий уровень организации производственных процессов, повысить рентабельность производства и конкурентоспособность продукции. Исследования в этом направлении являются важной научной и практической задачей.

Анализ аспектов рационального питания и значение десертных блюд, в частности молочных десертов, в питании человека, позволяет сделать вывод, что производство десертов на основе деминерализованной сыворотки является перспективным [4–12].

Традиционно для производства молочных десертов за основу используют молоко коровье, а для производства низкокалорийных десертов – обезжиренное молоко. Использование деминерализованной сыворотки будет способствовать получению продукта обогащенного полноценными белками, в частности незаменимыми аминокислотами [13–20].

В таблице 1 приведены результаты органолептической оценки сыворотки молочной деминерализованной (уровень деминерализации 50%).

Таблица 1.

Результаты органолептической оценки сыворотки сухой молочной деминерализованной (уровень деминерализации 50%)

Table 1.

The results of the organoleptic evaluation of dry milk whey demineralized (demineralization level 50%)

Показатель Indicator	Результаты Results
Консистенция Consistency	тонкодисперсный порошок, при растворении в воде – однородная жидкость без осадка и хлопьев fine powder, when dissolved in water – a homogeneous liquid without sediment and flakes
Вкус и запах Taste and smell	чистый, присущий подсырной сыворотке, без посторонних привкусов и запахов, сладкий вкус pure, inherent in cheese whey, without foreign tastes and odors, sweet taste
Цвет Colour	белый с кремовым оттенком creamy white

Таблица 2.

Физико-химические и микробиологические показатели сыворотки молочной деминерализованной (уровень деминерализации 50%)

Table 2.

Physicochemical and microbiological parameters of demineralized milk whey (demineralization level 50%)

Показатель Indicator	Результаты Results
Титруемая кислотность, ° Т Titratable acidity, ° Т	10,0
Активная кислотность, pH Active acidity, pH	6,07
Степень чистоты по эталону, группа Degree of purity according to the standard, group	I
Массовая доля сухих веществ, % Mass fraction of solids, %	94,0
Массовая доля жира, % Mass fraction of fat, %	0,05
Массовая доля белка, % Mass fraction of protein, %	10,0
Массовая доля лактозы, % Mass fraction of lactose, %	75,0
Массовая доля солей после деминерализации Mass fraction of salts after demineralization	0,09%
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г The number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms, CFU/g	1×10 ⁷
БГКП (колиформы) и патогенные микроорганизмы (в том числе сальмонеллы) BGKP (coliforms) and pathogenic microorganisms (including salmonella)	не выявлено not found

Проанализировав полученные данные установлено, что сыворотка молочная деминерализованная (уровень деминерализации 50%) имеет содержание белка – 10,4%, жира – 1,0%, отличные микробиологические показатели, а следовательно пригодна для производства опытных образцов десертов. Кроме того, учитывая информацию литературных источников, известно, что пищевая и биологическая ценность молочной сыворотки достаточно высока, поэтому целесообразно использование ее в производстве молочной продукции.

Для проведения экспериментов подготовили контрольный образец из сыворотки молочной деминерализованной (уровень деминерализации 50%) с добавлением структурообразующих веществ – концентрата животных белков (КЖБ) или желатин и высокоэтерифицированный пектин, соотношением структурообразователей при производстве молочных десертов является 1: 1,

что вероятно такая композиция стабилизаторов позволит получить десерт со стойкой консистенции на протяжении всего срока хранения.

Анализ литературы показал, что для повышения в продукте содержания минеральных веществ и витаминов целесообразно использовать фруктово-ягодные наполнители. Также при выборе ягодного наполнителя для производства продукта повышенной биологической ценности, необходимо, чтобы молочная и растительная системы дополняли друг друга по содержания биологически-активных веществ. Таким образом, в качестве вкусового наполнителя при производстве десертов на основе деминерализованной сыворотки выбран наполнитель из черной смородины.

На следующем этапе совершенствования технологии молочных десертов на основе деминерализованной сыворотки были разработаны рецептуры продукта. Предложенные рецептуры молочного десерта имеют следующий состав и соотношение компонентов, указанных в таблице 3.

Таблица 3.

Состав и соотношение компонентов в теоретически рассчитанных рецептурах

Table 3.

Composition and ratio of components in theoretically calculated recipes

Рецептура № Recipe №	Состав и соотношение компонентов, масс. % Composition and ratio of components, wt. %				
	сыворотка whey	сахар sugar	наполнитель jam	КЖБ gelatin	пектин pectin
1	83,0	5,0	10,0	2,0	–
2	80,0	5,0	12,5	2,5	–
3	75,0	2,5	20,0	2,5	–
4	80,0	5,0	12,0	3,0	–
5	80,0	5,0	13,0	1,0	1,0

Образцы готовили следующим образом: сухую сыворотку растворяли в воде с температурой 60 °С, оставляли для набухания белков, периодически перемешивая, затем вносили сахар, после подогревали смесь до 55 °С и вносили предварительно набухший в воде (или сыворотке) желатин. В почти остывшую смесь вносили наполнитель смородиновый.

Желатин предварительно выдерживается в необходимом по рецептуре количества холодной воды для набухания не менее 30 мин, затем раствор нагревается до (55–65) °С до полного растворения. Пектин, для лучшего растворения, вносили в некоторое количество воды при температуре 10–15 °С и выдерживают для набухания 40–60 мин. Приготовленные смеси структуро-

образователей вносили в подготовленную сыворотку. Молочную смесь тщательно перемешивали, охлаждали при комнатной температуре 25 °С, охлаждали до температуры 4 ± 2 °С в холодильной камере, для желирования в течение 3 ч. В процессе структурообразования продукта определяли динамическую вязкость, для определения оптимального времени процесса.

В образцах определяли органолептические показатели (вкус, запах, консистенция), титруемую и активно кислотности, динамическую вязкость используя общепринятые методы исследований. Полученные результаты исследований представлены в таблице 4.

Итак, все образцы показали хорошо плотный сгусток при определении динамической вязкости. Но при использовании комбинации гидроколлоидов КЖБ с пектином образуются хлопья, что можно пояснить образованием коллоидных помутнений при взаимодействии углеводов с белками сыворотки. Поэтому было решено в качестве структурообразователя для десерта использовать КЖБ.

При увеличении дозировки КЖБ сгусток становится слишком плотным, что является негативным показателем для легкого воздушного десерта. Проведя анализ полученных результатов пришли к выводу, что рекомендуемое содержание КЖБ в молочном десерте 2,5%.

Следующим этапом исследования было исследование влияния дозировки КЖБ на качественные показатели молочного десерта. В процессе структурообразования продукта определяли динамическую вязкость (рисунок 1), для определения рекомендованного времени процесса.

Исследование продолжительности структурообразования образцов показало, что значение динамической вязкости в течение процесса желирования каждого образца сильно отличались, но общим было то, что все образцы в течение первых 3 часов в холодильной камере при температуре 4 ± 2 °С показывали стремительное изменение значения показателя вязкости, а начиная с 3 ч значение приобрело постоянное значение. Таким образом, для процесса структурообразования рекомендуется достаточно 3 часов в холодильной камере при температуре 4 ± 2 °С.

Далее исследовали влияния фруктового наполнителя на качественные показатели молочного десерта и возможность сочетания с молочными компонентами. Весомым показателем для выбора содержания вкусового наполнителя в продукте является его органолептическая оценка. При органолептической оценке молочных десертов сначала определяют состояние поверхности, вид на разрезе (изломе) и цвет. Кроме того, оценивают способность сохранять форму в готовом продукте. Особое внимание обращают на текстуру (консистенцию). Затем оценивают запах и вкус.

Таблица 4.

Органолептические и физико-химические показатели образцов десерта

Table 4.

Organoleptic and physico-chemical indicators of dessert samples

Показатель Indicator	Значение Value				
	1	2	3	4	5
Органолептические показатели: Organoleptic indicators:					
внешний вид appearance	глянцевая желейная масса, цвет приятный, согласно использованного наполнителя (смородиновый) glossy jelly mass, pleasant color, according to the filler (currant)				
консистенция consistency	гель слабый, не держит форму weak gel, does not hold its shape	гель прочный gel durable	гель прочный, жесткий hard gel	гель слабый, с хлопьями weak gel, with flakes	
вкус и запах taste and smell	приятный pleasant		сильно сладкий strongly sweet	приятный pleasant	
Физико-химические показатели: Physical and chemical indicators:					
титруемая кислотность, °T titrated acidity, °T	15,5	16,0	17,0	16,0	16,0
pH	6,3	6,4	6,5	6,4	6,4
динамическая вязкость, Па×с dynamic viscosity, Pa×s	2,5	3,5	4,0	5,0	3,0

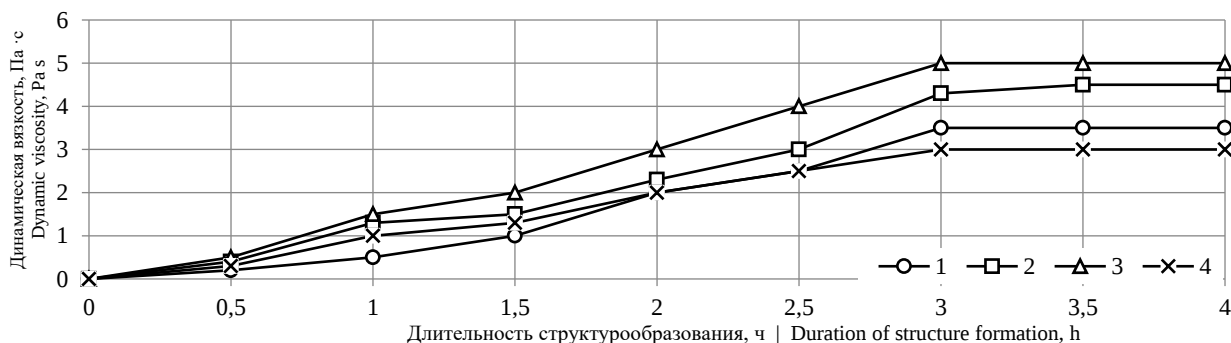


Рисунок 1. Продолжительности структурообразования образцов: 1 – контроль; 2 – образец 2; 3 – образец 4; 4 – образец 5
Figure 1. Duration of structure formation of samples: 1 – control; 2 – sample 2; 3 – sample 4; 4 – sample 5

На рисунке 2 представлена профилограмма, на которой показаны изменения органолептических показателей молочного десерта с дозой наполнителя 10, 15 и 20% в зависимости от показателей контрольного образца (молочный десерт без наполнителя).

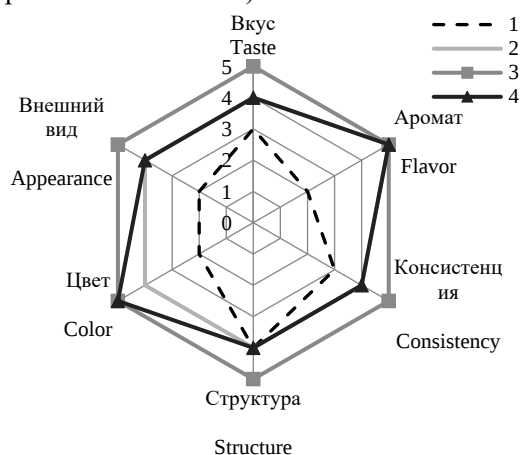


Рисунок 1. Органолептические показатели образцов: 1 – контроль; 2 – образец 2; 3 – образец 4; 4 – образец 5
Figure 2. Organoleptic characteristics of samples: 1 – control; 2 – sample 2; 3 – sample 4; 4 – sample 5

По показателям представленным на профилограмме видно, что для образца контрольного характерен не выраженный вкус. При введении наполнителя в количестве 15% (образец № 2)

интенсивность выраженного вкуса наполнителя увеличивается, вкус становится гармоничным, а при 20% наполнителя (образец № 3) вкус приобретает слишком выраженный привкус наполнителя.

Все образцы продуктов были исследованы на степень синерезиса, результаты показали, что консистенция является стабильной и не выделяется влага. Итак, внесение наполнителя не влияет на синерезис, что является очень важным показателем при производстве молочных десертов.

Таким образом, для производства десертов на основе деминерализованной сыворотки целесообразно выбрать вкусовой наполнитель в количестве до 15% (образец № 2), что наиболее из указанных образцов удовлетворяет органолептическим показателям (вкус, аромат, консистенция, структура, цвет, внешний вид).

В процессе разработки десертов на основе деминерализованной сыворотки были рассчитаны и теоретически охарактеризованы следующие его характеристики: пищевая, биологическая, энергетическая ценность и биологическая эффективность.

Пищевая ценность на 100 г. изготовленного десертов на основе деминерализованной сыворотки представлена в таблице 5. Калорийность изготовленного продукта рассчитывалась теоретически.

Таблица 5.

Пищевая ценность десертов на основе деминерализованной сыворотки

Table 5.

Nutritional value of desserts based on demineralized whey

Нутриенты Nutrients	Количество в продукте Quantity in the product	Норма потребления в сутки Consumption rate per day	% от нормы, в 100 г. % of the norm, in 100 g
Белки Proteins	9,50 г. g	76,0 г g	12,5%
Жиры Fats	0,75 г. g	60,0 г g	1,25%
Углеводы Carbohydrates	17,25 г. g	211,0 г g	8,17%
Вода Water	72,50 г. g	2400,0 г g	3,02%
Калорийность Calories	114 ккал kcal	1684,0 ккал kcal	6,77%

Из таблицы 5 видно, что произведенный продукт имеет хороший показатель содержания белка, а также является низкокалорийным (114 ккал на 100 г. продукта).

Расчетным методом было определено содержание аминокислот в готовом десерте. Лимитирующей биологическую ценность аминокислотой в десерте на основе деминерализованной сыворотки является валин (АКС 117,67%), а в аналоге метионин + цистин (АКС 85,94%). Количество незаменимых аминокислот в десерте на основе деминерализованной сыворотки (539,35 мг/1 г белка) больше на 71,31 мг чем в традиционном молочном десерте. Белок разработанного продукта является полноценным, так как аминокислотные скоры всех незаменимых аминокислот больше 100%.

Существенное значение имеет сбалансированность незаменимых аминокислот, особенно соотношение таких эссенциальных аминокислот, как триптофан, метионин и лизин. Оптимальное их соотношение 1:2:3,5(4,0). В изготовленном десерте на основе деминерализованной сыворотки соотношение триптофана, метионина и лизина составляет 1:2,3:4,42, что является близким к оптимальному.

Заключение

Анализ информационных источников показал, что на сегодняшний день большим спросом пользуются молочные десерты, поскольку кроме отличных вкусовых качеств, они также имеют повышенные биологические свойства. Молочная десертная группа представлена широким ассортиментом, ведь в их рецептурах возможно использование различных наполнителей.

Для приготовления десертов доказана целесообразность использования сухой молочной сыворотки, изготовленной согласно ГОСТ Р 56833–2015 ООО «Новатор». Для исследования возможности использования в качестве основы молочного десерта сухой деминерализованной сыворотки готовили образцы, в которых определяли органолептические, физико-химические показатели. Все образцы показали хороший плотный сгусток при определении степени сгустка и вязкости.

Разработаны и научно обоснованы рецептуры и усовершенствованная технология производства молочных десертов. Путем комплексных экспериментальных исследований установлено: эффективную дозу внесения КЖБ – 1,8%, дозу внесения наполнителя – до 15%, рекомендованы технологические параметры производства.

Рассчитана энергетическая, пищевая и биологическая ценность десертов. Результаты показали, что разработанный десерт является низкокалорийным, с повышенным содержанием белков и незаменимых аминокислот.

Литература

- 1 Евдокимов И.А. Обработка молочного сырья мембранными методами / И.А. Евдокимов, Д.Н. Володин, М.В. Головкина, М.С. Золотарёва, В.К. Топалов // Молочная промышленность. – 2012. – № 2. – С. 34–37.
- 2 Продукты, получаемые с помощью методов мембранной фильтрации / [автор текста ООО «ГЕА Процессный инжиниринг». // Молочная промышленность. – 2010. – № 1. – С. 38–39.
- 3 Евдокимов И.А. Мембранные технологии в молочном производстве / И.А. Евдокимов, Д.Н. Володин, В.С. Сомов, Б.В. Чаблин, В.А. Михнева, М.С. Золоторева // Молочная промышленность. – 2013. – № 9. – С. 25–26.
- 4 Просеков, А.Ю. Биотехнология изготовления десертной продукции из молочной сыворотки [Текст] / А.Ю. Просеков, О.В. Козлова, Д.В. Сметанин // Переработка молока: Специализированный информационный бюллетень. – 2009. – № 11. – С. 54–56
- 5 Маркелова В.В., Красникова Л.В. Десерты из молочной сыворотки – продукты функционального назначения // Сборник материалов XIV Всероссийского конгресса диетологов и нутрициологов «Питание и здоровье». – Москва, 2012. – С. 45
- 6 Kimberlee (K.J.) Burrington. Whey protein heat stability / Kimberlee (K.J.) Burrington // U.S. Dairy Export Council. – 2012. – № 1 – P. 1–8
- 7 7 Агаркова Е.Ю. Технологии продуктов на основе баромембранных методов / Е.Ю. Агаркова, Г.В. Фриденберг // Молочная промышленность. – 2011. – № 7. – С. 28–29.
- 8 8 Володин Д.Н. Прогрессивный подход к классическим технологиям / Д.Н. Володин, В.К. Топалов, М.В. Головкина, Г.С. Анисимов, В.А. Везирян // Молочная промышленность. – 2012. – № 10. – С. 31–32.
- 9 Волокитина З.В. Использование белков молочной сыворотки [Текст] / З.В. Волокитина, Ж.Л. Гучок, И.И. Ионова // Молочные реки. – 2008. – № 4 (32). – С. 16–19.
- 10 Богданова, Е.В. Гидролизаты сывороточных белков в технологии продуктов для спортивного питания / Е.В. Богданова, Е.И. Мельникова // Молочная промышленность. – 2018. – № 4. – С. 45–47.
- 11 Богданова, Е.В. Усвояемость гидролизата β -лактоглобулина в экспериментах in vivo / Е.В. Богданова, Е.И. Мельникова, А.В. Гребенщиков // Молочная промышленность. – 2019. – № 3. – С. 41–42.
- 12 Гарбуз, С.А. Методы получения биологически активных пептидов путем гидролиза молочных белков / С.А. Гарбуз, Л.А. Забодалова // Естественные и технические науки. – 2018. – № 2 (116). – С. 79–81.
- 13 Cabral, S.R. Optimization of Cheese Whey Ultrafiltration/Diafiltration for the Production of Beverage Liquid Protein Concentrates with Lactose Partially Removed / S.R. Cabral // Journal of Membrane Science & Research. – 2019. – Vol. 5. – Issue 2. – P. 172–177.
- 14 Henriques, M. Liquid Whey Protein Concentrates Produced by Ultrafiltration as Primary Raw Materials for Thermal Dairy Gels / M. Henriques, D. Gomes, C. Pereira // Food Technology and Biotechnology. – 2017. – No 55 (4). – P. 454–463
- 15 Iwaniak, A. Understanding the nature of bitter-taste di- and tripeptides derived from food proteins based on chemometric analysis/ A. Iwaniak et al. // Journal of Food Biochemistry. – 2018. – Vol. 11. – P. 235–244.
- 16 Moriano M.E., Alamprese C. Whey protein concentrate and egg white powder as structuring agents of double emulsions for food applications // Food and Bioprocess Technology. 2020. V. 13. P. 1154–1165.
- 17 Yin L., Zhou X.G., Yu J.S., Wang H. et al. Protein foaming method to prepare Si3N4 foams by using a mixture of egg white protein and whey protein isolate // Ceramics International. 2014. V. 40. № 8. P. 11503–11509.
- 18 Tan M.C., Chin N.L., Yusof Y.A., Taip F.S. et al. Improvement of eggless cake structure using ultrasonically treated whey protein // Food and Bioprocess Technology. 2015. V. 8. № 3. P. 605–614.
- 19 Dnaz-Ramirez M., Calderyn-Domínguez G., Garcha-Garibay M., et al. Effect of whey protein isolate addition on physical, structural and sensory properties of sponge cake // Food Hydrocolloids. 2016. V. 61. P. 633–639.
- 20 Oboceanu D., Wang L., Magner E., Auty M.A. Fibrillization of whey proteins improves foaming capacity and foam stability at low protein concentrations // Journal of Food Engineering. 2014. V. 121. P. 102–111. Pico J., Reguilyn M.P., Bernal J., Gyme M. Effect of rice, pea, egg white and whey proteins on crust quality of rice flour-corn starch based gluten-free breads // Journal of Cereal Science. 2019. V. 86. P. 92–101.

References

- 1 Evdokimov I.A. Processing of milk raw materials by membrane methods / I.A. Evdokimov, D.N. Volodin, M.V. Golovkina, M.S. Zolotareva, V.K. Topalov // Dairy industry. – 2012. – no. 2. – pp. 34–37. (in Russian).
- 2 Products obtained using membrane filtration methods / [author of the text GEA Process Engineering LLC]. // Dairy industry. – 2010. – no. 1. – pp. 38–39. (in Russian).

- 3 Evdokimov I.A. Membrane technologies in dairy production / I.A. Evdokimov, D.N. Volodin, V.S. Somov, B.V. Chablin, V.A. Mikhneva, M.S. Zolotoreva // *Molochnaya industry*. – 2013. – no. 9. – pp. 25–26. (in Russian).
- 4 Prosekov, A. Yu. Biotechnology for the manufacture of dessert products from whey [Text] / A. Yu. Prosekov, O.V. Kozlova, D.V. Smetanin // *Milk processing: Specialized information bulletin*. – 2009. – no. 11. – P. 54–56 (in Russian).
- 5 Markelova V.V., Krasnikova L.V. Desserts from whey – functional products // Collection of materials of the XIV All-Russian Congress of Dietitians and Nutritionists "Nutrition and Health". – Moscow, 2012. – pp. 45. (in Russian).
- 6 Kimberlee (K.J.) Burrington. Whey protein heat stability / Kimberlee (K.J.) Burrington // *U.S. Dairy Export Council*. – 2012. – № 1 – P. 1–8
- 7 Agarkova E. Yu. Product technologies based on baromembrane methods / E. Yu. Agarkova, G.V. Friedenberg // *Dairy industry*. – 2011. – no. 7. – pp. 28–29. (in Russian).
- 8 Volodin D.N. Progressive approach to classical technologies / D.N. Volodin, V.K. Topalov, M.V. Golovkina, G.S. Anisimov, V.A. Veziryan // *Dairy industry*. – 2012. – no. 10. – pp. 31–32. (in Russian).
- 9 Volokitina Z.V. Use of whey proteins [Text] / Z.V. Volokitina, Zh. L. Guchok, I.I. Ionova // *Dairy rivers*. – 2008. – no. 4 (32). – pp. 16–19. (in Russian).
- 10 Bogdanova, E.V. Whey protein hydrolysates in the technology of products for sports nutrition / E.V. Bogdanova, E.I. Melnikova // *Dairy industry*. – 2018. – no. 4. – pp. 45–47. (in Russian).
- 11 Bogdanova, E.V. Digestibility of β -lactoglobulin hydrolyzate in experiments in vivo / E.V. Bogdanova, E.I. Melnikova, A.V. Grebenshchikov // *Dairy industry*. – 2019. – no. 3. – pp. 41–42. (in Russian).
- 12 Garbuz, S.A. Methods of obtaining biologically active peptides by hydrolysis of milk proteins / S.A. Garbuz, L.A. Zabodalova // *Natural and technical sciences*. – 2018. – no. 2 (116). – pp. 79–81. (in Russian).
- 13 Cabral, S.R. Optimization of Cheese Whey Ultrafiltration/Diafiltration for the Production of Beverage Liquid Protein Concentrates with Lactose Partially Removed / S.R. Cabral // *Journal of Membrane Science & Research*. – 2019. – Vol. 5. – Issue 2. – P. 172–177.
- 14 Henriques, M. Liquid Whey Protein Concentrates Produced by Ultrafiltration as Primary Raw Materials for Thermal Dairy Gels / M. Henriques, D. Gomes, C. Pereira // *Food Technology and Biotechnology*. – 2017. – no. 55 (4). – P. 454–463
- 15 Iwaniak, A. Understanding the nature of bitter-taste di- and tripeptides derived from food proteins based on chemometric analysis/ A. Iwaniak et al. // *Journal of Food Biochemistry*. – 2018. – Vol. 11. – P. 235–244.
- 16 Moriano M.E., Alamprese C. Whey protein concentrate and egg white powder as structuring agents of double emulsions for food applications. *Food and Bioprocess Technology*. 2020. vol. 13. pp. 1154–1165.
- 17 Yin L., Zhou X.G., Yu J.S., Wang H. et al. Protein foaming method to prepare Si3N4 foams by using a mixture of egg white protein and whey protein isolate. *Ceramics International*. 2014. vol. 40. no. 8. pp. 11503–11509.
- 18 Tan M.C., Chin N.L., Yusof Y.A., Taip F.S. et al. Improvement of eggless cake structure using ultrasonically treated whey protein. *Food and Bioprocess Technology*. 2015. vol. 8. no. 3. pp. 605–614.
- 19 Dnaz-Ramirez M., Calderyn-Dominguez G., Garcha-Garibay M. et al. Effect of whey protein isolate addition on physical, structural and sensory properties of sponge cake. *Food Hydrocolloids*. 2016. vol. 61. pp. 633–639.
- 20 Oboroceanu D., Wang L., Magner E., Auty M.A. Fibrillization of whey proteins improves foaming capacity and foam stability at low protein concentrations. *Journal of Food Engineering*. 2014. vol. 121. pp. 102–101.

Сведения об авторах

Владимир И. Омельчук к.т.н., доцент, кафедра технологии и оборудования производства и переработки продукции животноводства, Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, пр-т Вернадского, 4, г. Симферополь, 295007, Россия, omelchukvova@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2709-8824>

Татьяна В. Калиновская к.с.-х.н., доцент, кафедра технологии и оборудования производства и переработки продукции животноводства, Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, пр-т Вернадского, 4, г. Симферополь, 295007, Россия, kalinovskaya_88@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0000-8052-2014>

Александр В. Гаврилов к.т.н., доцент, кафедра технологии и оборудования производства и переработки продукции животноводства, Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, пр-т Вернадского, 4, г. Симферополь, 295007, Россия, tehfac@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3382-0307>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Vladimir I. Omelchuk Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technologies and equipment for production and processing of livestock products department, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Vernadskogo av., 4, Simferopol, Russia, 295007, omelchukvova@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2709-8824>

Tatiana V. Kalinovskaya Cand. Sci. (Agricultural), associate professor, technologies and equipment for production and processing of livestock products department, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Vernadskogo av., 4, Simferopol, Russia, 295007, kalinovskaya_88@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0000-8052-2014>

Alexander V. Gavrilov Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technologies and equipment for production and processing of livestock products department, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Vernadskogo av., 4, Simferopol, Russia, 295007, tehfac@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3382-0307>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 20/12/2022	После редакции 20/01/2023	Принята в печать 01/02/2023
Received 20/12/2022	Accepted in revised 20/01/2023	Accepted 01/02/2023