

Разработка питьевых киселей с обогащенным белково-углеводным составом для потенцирования иммунного статуса населения

Надежда А. Коломейцева ¹	k-nadya2704@ya.ru	 0000-0002-5549-6619
Ирина А. Глотова ¹	glotova-irina@ya.ru	 0000-0002-9991-1183
Алла Е. Куцова ¹	alla-toporkova@yandex.ru	 0000-0002-5778-6150
Анна А. Дерканосова ²	aa-derk@yandex.ru	 0000-0002-9726-9262

¹ Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия

² Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Кисель является традиционным блюдом национальной русской кухни. Однако общим недостатком киселей традиционного состава является использование в качестве желирующего агента веществ углеводной природы, хотя и с присущими им функциями пищевых волокон, в случае использования пектина. Актуальной проблемой является разработка пищевых систем гелеобразной консистенции, доступного ценового сегмента для обеспечения устойчивого потребительского спроса, обогащенных легкоусвояемыми белковыми фракциями, имеющими технологический потенциал к гелеобразованию, на основе вторичных сырьевых ресурсов молочной промышленности. Цель работы – разработка рецептурно-компонентных решений напитков комбинированного состава на основе молочной сыворотки и овсяной муки для здорового питания населения в условиях биологических рисков, комплексная оценка потребительских свойств комбинированных напитков. Объектами исследования служили напитки киселеобразной консистенции, приготовленные по традиционным и разработанным рецептурам: «Оранжевое настроение» и «Вишневое облако». Овсяная мука была использована в качестве структурообразующего компонента вместо картофельного крахмала, а также вместо части сахара-песка в рецептуре киселя, в сочетании с молочной сывороткой. Обобщенный критерий функции Харрингтона для модифицированных напитков равен 0,82, что соответствует оценке «очень хорошо» по шкале желательности. Проведена сенсорометрическая оценка аромата киселя «Вишневое облако» в сравнении с вишневым киселем «Наслаждение» торговой марки Stailon, производитель – Преображенский молочный комбинат. Установлено, что в пробе 2, по сравнению с пробой 1, больше содержится алифатических спиртов, сложных эфиров (ацетатов), несвязанной воды, летучих кислот и меньше титруемых кислот, летучих аминов. Вне зависимости от используемого концентрированного сока в составе рецептур кисели получили общую дегустационную оценку 8,2 балла по 9-балльной шкале, при следующих показателях биологической ценности: коэффициент различия аминокислотного спектра (КРАС) 27,97; биологическая ценность (БЦ) 72,03 %; коэффициент сопоставимой избыточности (с_с) 8,83.

Ключевые слова: питьевой кисель, овсяная мука, молочная сыворотка, рецептура, дегустационная оценка, сенсорометрическая оценка, биологическая ценность.

Development of drinking soursels with enriched protein-carbohydrate composition for potentiation of immune status of the population

Nadezhda A. Kolomeytseva ¹	k-nadya2704@ya.ru	 0000-0002-5549-6619
Irina A. Glotova ¹	glotova-irina@ya.ru	 0000-0002-9991-1183
Alla E. Kutsova ¹	alla-toporkova@yandex.ru	 0000-0002-5778-6150
Anna A. Derkanosova ²	aa-derk@yandex.ru	 0000-0002-9726-9262

¹ Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Michurina str., 1, Voronezh, 394087, Russia

² Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. Kissel is a traditional dish of the national Russian cuisine. However, a common disadvantage of kissels of traditional composition is the use of carbohydrate substances as a gelling agent, although with their inherent functions of dietary fiber, in the case of using pectin. A pressing problem is the development of food systems of gel-like consistency, an affordable price segment to ensure sustainable consumer demand, enriched with easily digestible protein fractions that have the technological potential for gelation, based on secondary raw materials of the dairy industry. The purpose of the work is to develop recipe-component solutions for drinks of combined composition based on whey and oatmeal for healthy nutrition of the population in conditions of biological risks, a comprehensive assessment of consumer properties of combined drinks. The objects of the study were drinks of jelly-like consistency, prepared according to traditional and developed recipes: "Orange mood" and "Cherry cloud". Oat flour was used as a structure-forming component instead of potato starch, and also instead of part of the granulated sugar in the jelly recipe, in combination with whey. The generalized criterion of the Harrington function for modified drinks is 0.82, which corresponds to the rating of "very good" on the desirability scale. A sensorimetric assessment of the aroma of the jelly "Cherry Cloud" was carried out in comparison with the cherry jelly "Naslazhdenie" of the Stailon trademark, manufactured by Preobrazhensky Dairy Plant. It was found that sample 2, compared with sample 1, contains more aliphatic alcohols, esters (acetates), unbound water, volatile acids and less titratable acids, volatile amines. Regardless of the concentrated juice used in the recipes, the kissels received a general tasting score of 8.2 points on a 9-point scale, with the following indicators of biological value: coefficient of difference of amino acid score (CDAS) 27.97; biological value (BV) 72.03 %; coefficient of comparable excess (с_с) 8.83.

Keywords: drinking jelly, oat flour, whey, recipe, tasting assessment, sensorimetric assessment, biological value.

Для цитирования

Коломейцева Н.А., Глотова И.А., Куцова А.Е., Дерканосова А.А. Разработка питьевых киселей с обогащенным белково-углеводным составом для потенцирования иммунного статуса населения // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 3. С. 175–182. doi:10.20914/2310-1202-2024-3-175-182

For citation

Kolomeytseva N.A., Glotova I.A., Kutsova A.E., Derkanosova A.A. Development of drinking soursels with enriched protein-carbohydrate composition for potentiation of immune status of the population. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2024. vol. 86. no. 3. pp. 175–182. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2024-3-175-182

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Кисель является традиционным блюдом национальной русской кухни, пришедшим к нам «из глубины веков» [1]. Однако за интервал времени, исчисляемый столетиями, сытное обеденное блюдо «кисель» трансформировалось в десертный напиток гелеобразной консистенции, который можно приобрести в жидкой готовой к употреблению товарной форме [2] или легко приготовить в домашних условиях из концентрата вторых сладких блюд [3]. Однако, несмотря на обилие ассортимента напитков десертной направленности, расширяемого, помимо нормативных документов, также и за счет технической документации на кисели пастеризованные и стерилизованные [4], общим недостатком киселей традиционного состава является использование в качестве желирующего агента веществ углеводной природы, хотя и с присутствующими им функциями пищевых волокон, в случае использования пектина.

В то же время современные реалии свидетельствуют о том, что для укрепления иммунного статуса населения в условиях повышенных биологических рисков актуальна проблема обогащения различных, в том числе традиционных, продуктов полноценным белком [5, 6], а также компонентами с иммуномоделирующим действием, к которым относят β -глюкан – полисахарид, входящий в состав «клеточных стенок зерновых культур, таких как овес и ячмень, а также грибов и микроорганизмов» [7]. Отмечен ряд полезных свойств различных продуктов с использованием овсяной муки и ее компонентов, включая возможности потенцирования иммунного статуса [8]. В частности, подтвержден мощный кардиопротекторный эффект β -глюкана, в том числе при химиотерапевтических воздействиях [9].

В качестве источника легкоусвояемых белковых фракций внимание исследователей и специалистов пищевой индустрии привлекает молочная сыворотка, особенно концентрированные формы ее пищевых веществ в виде концентратов [6, 10] и изолятов [11].

Актуальным направлением является разработка ферментированных сывороточных напитков с добавлением растительных компонентов. В [12] в качестве растительного компонента был использован смородиновый сироп. Для ферментации молочной сыворотки использовали лактообразующие дрожжи в количестве от 0,1 до 0,9 %. Показаны тонизирующие свойства напитка, его позитивное влияние на желудочно-кишечный тракт и, в итоге, на здоровье человека.

Отдельным направлением следует считать получение желированных продуктов и гелей

на основе молочной сыворотки и растительного компонента [13–17], причем авторами [14] рассматриваются процессы гелеобразования при ферментации пищевой системы из сывороточного белка и ягодного сока, а ферментирующим агентом выступали молочнокислые бактерии. Растительный компонент был использован в виде апельсинового сока [13, 14], черничного сока. Также был рассмотрен эффект гелеобразования в результате комбинаций молочной сыворотки с агентами, потенцирующими образование холодных гелей без дополнительного нагрева пищевой системы, в отличие от традиционного технологического подхода [15–17].

В качестве таких агентов были апробированы ионы кальция [15, 16], глюконодельталактон [17] за счет постепенного образования лактобионовой кислоты, которая снижает pH пищевой системы и создает условия для желирования полисахаридов в присутствии сывороточного протеина с использованием механизма реакции Майяра [18] либо с помощью физических методов обработки, например, ультразвука [19].

Уровнем промышленной реализации или готовностью к нему характеризуются желированные изделия, которые относятся к категории продуктов специализированного и здорового питания: желейные конфеты, а также желированные протеиновые напитки на растительной основе [20, 21]. Желейные конфеты из сывороточных белковых фракций [20] характеризуются высоким содержанием белка по сравнению с аналогами с традиционным желирующим компонентом на основе морских водорослей [22], за счет внесения в рецептуру изолята сывороточных белков, при этом помогают преодолеть тягу к сладкому после физических и умственных нагрузок.

Национальным агентством развития науки и технологий в коллаборации с Национальным центром технологий металлов и материалов (МТЕС-NSTDA, Таиланд) разработан желейный напиток M-Pro, массовая доля белка в котором составляет 6 % и который отвечает концепции биоциркулярной зеленой экономики (BCG) на фоне растущей популярности растительного белка у потребителей, а стабилизация белковых структур в растительной пищевой системе на основе бобов маша обеспечивается внесением гидроколлоидов [21].

Таким образом, актуальной проблемой является разработка пищевых систем гелеобразной консистенции, доступного ценового сегмента для обеспечения устойчивого потребительского спроса, обогащенных легкоусвояемыми белковыми фракциями, имеющими технологический потенциал к гелеобразованию, на основе вторичных сырьевых ресурсов молочной промышленности.

Цель работы – разработка рецептурно-компонентных решений напитков комбинированного состава на основе молочной сыворотки и овсяной муки для здорового питания населения в условиях биологических рисков, комплексная оценка потребительских свойств комбинированных напитков.

Материалы и методы

Объектами исследования служили напитки киселеобразной консистенции, приготовленные по традиционным [23] и разработанным рецептурам.

Дегустационную оценку продуктов по органолептическим показателям проводили на аттестованной испытательной лаборатории ИЛ ЦКП «КУЭП» (Свидетельство № 726.01/22, выдано 15.01.2018 ФБУ «Воронежский ЦСМ»), которая входит в состав Центра коллективного пользования «Контроль и управление энергоэффективными проектами», Центра оценки качества сырья и готовой продукции ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ВГУИТ).

При проведении дегустационной оценки группа испытателей из семи человек руководствовалась рекомендациями, изложенными в [24].

Изучение аромата готового напитка, полученного по экспериментальной рецептуре, в сравнении с промышленным образцом проведено в НИЛ ООО «Сенсорика-Новые Технологии» на анализаторе запахов «МАГ-8» (производство ООО «Сенсорные технологии», Воронеж) с методологией «Электронный нос» [25–28].

В качестве измерительного массива применены 8 сенсоров на основе пьезокварцевых резонаторов ОАВ-типа с базовой частотой колебаний 10,0 МГц с разнохарактерными пленочными сорбентами на электродах из массива «Напитки». Выбраны следующие покрытия: два полярных (чувствительных к спиртам, альдегидам, эфирам, фенолам, кетонам, эфирам, другим органическим соединениям, аминам) – полиэтиленгликоль сукцинат модифицированный (ПДЭГСк), полиэтиленгликоль фталат, (ПЭГфт); три полярных, чувствительных к легколетучим кислотам, воде (18-К-6, ПВП, Твин 40); одно специфическое к фенолам и другим ароматическим соединениям, метиловым эфирам жирных кислот, эфирным маслам (ТОФО); два среднеполярных с активными центрами сорбции, проявляют чувствительность к спиртам, эфирам (ПЭГ2000, Тритон X-100). Все сенсоры информативны.

Показатели биологической ценности напитков рассчитывали в соответствии с рекомендациями [29].

Результаты и обсуждение

Овсяная мука была использована в качестве структурообразующего компонента вместо картофельного крахмала, а также вместо части

сахара-песка в рецептуре киселя, в сочетании с молочной сывороткой [30].

Использовали овсяную муку для производства продуктов детского питания по ГОСТ 31645–2012, производитель – ООО «ДиетПром», г. Пушкино Московской обл.

Молочная сыворотка соответствовала требованиям ГОСТ 34352–2017 «Сыворотка молочная – сырье», производитель – ООО Маслозавод «Дружба», Тамбовская обл., Мичуринский р-н, пос. Никольское.

Задача выбора оптимальной рецептуры была решена посредством обобщенной функции желательности Харрингтона, которая имеет широкие прикладные аспекты [31, 32]. Применение данного математического аппарата потребовало использования вычислительных возможностей ПЭВМ.

В таблицах 1 и 2 отражены традиционные и разработанные рецептурные композиции соответственно. Органолептические показатели питьевых киселей с овсяной мукой и белковым компонентом представлены в таблице 3.

Таблица 1.
Рецептурный состав традиционных напитков, на 1 т продукции

Table 1.
Recipe composition of traditional drinks, per 1 ton of product

Наименование продукта Product name	Компоненты Components	Содержание Contents	
		кг / kg	%
Кисель традиционный апельсиновый Traditional orange kisel	Сок апельсиновый восстановленный	227	22,7
	Сахар-песок	91	9,1
	Крахмал картофельный	45	4,5
	Вода питьевая	636	63,6
Кисель традиционный вишневый Traditional cherry kisel	Сок вишневый восстановленный	227	22,7
	Сахар-песок	91	9,1
	Крахмал картофельный	45	4,5
	Вода питьевая	636	63,6
	Кислота лимонная	1	0,1

Таблица 2.
Рецептурный состав разработанных напитков, на 1 т продукции

Table 2.
The recipe composition of the developed drinks, per 1 ton of products

Наименование продукта / Product name	Компоненты / Components	Содержание Contents	
		кг / kg	%
Кисель «Апельсиновое настроение» Kissel "Orange Mood"	Сыворотка молочная	770	77
	Мука овсяная	60	6
	Сахар-песок	50	5
	Апельсиновый сок концентрированный	60	6
	Вода	60	6
Кисель «Вишневое облако» Kissel "Cherry Cloud"	Сыворотка молочная	770	77
	Мука овсяная	60	6
	Сахар-песок	50	5
	Вишневый сок концентрированный	60	6
	Вода	60	6

Таблица 3.

Органолептические показатели питьевых киселей с овсяной мукой и белковым компонентом

Table 3.

Organoleptic characteristics of drinking jelly with oatmeal and protein component

Наименование характеристики / Name of characteristic	Характеристика / Characteristic	
	Кисель «Апельсиновое настроение» Kissel "Orange Mood"	Кисель «Вишневое облако» Kissel "Cherry Cloud"
Внешний вид и консистенция / Appearance and consistency	Однородная, вязкая, киселеобразная жидкость. Допускаются небольшие включения овсяных частиц	Однородная, вязкая, киселеобразная жидкость. Допускаются небольшие включения овсяных частиц
Вкус и запах / Taste and smell	Чистый, свойственный молочной сыворотке и апельсиновому соку, кисло-сладкий, с ароматом апельсина	Чистый, свойственный молочной сыворотке и вишневому соку, кисло-сладкий, с ароматом вишни
Цвет / Color	Кремово-желтый	Светло-розовый

Технологическая схема производства питьевых киселей с овсяной мукой и белковым компонентом на основе молочной сыворотки реализуется на этапах, представленных на рисунке 1.

На рисунке 2 изображены диаграммы функций желательности модифицированных рецептур напитков, обогащенных пищевыми волокнами и белком, а также традиционных рецептур напитков.

На основании представленных данных можно сделать вывод, что обобщенный критерий функции желательности Харрингтона для модифицированного напитка равен 0,82, что

соответствует оценке «очень хорошо» по шкале желательности.

Помимо того, оценку органолептических показателей напитков проводили с помощью сенсориметрического метода анализа [25–28]. На испытание был представлен разработанный кисель «Вишневое облако» в качестве опытного образца (проба 2). В качестве контрольного образца был использован вишневый кисель «Наслаждение» торговая марка Stailon, производитель – Преображенский молочный комбинат (проба 1).



Рисунок 1. Технологическая схема производства питьевого киселя с овсяной мукой на основе молочной сыворотки
Figure 1. Technological scheme for the production of drinking jelly with oatmeal based on whey

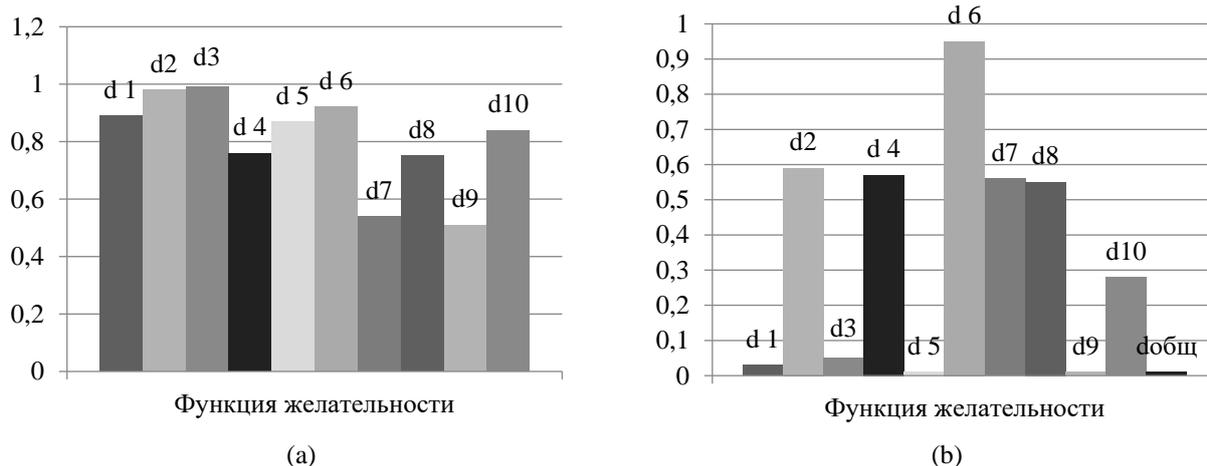


Рисунок 2. Диаграммы функции желательности модифицированной (а) и традиционной (б) рецептур питьевого киселя: d1, d2... d9 – частные функции желательности: d1 – лейцин, d2 – изолейцин, d3 – лизин, d4 – треонин, d5 – триптофан, d6 – валин, d7 – фенилаланин, d8 – метионин, d9 – пищевое волокно. Dобщ – обобщенный критерий желательности

Figure 2. Desirability function diagrams of the modified (a) and traditional (b) recipes for drinking jelly: d1, d2... d9 – particular desirability functions: d1 – leucine, d2 – isoleucine, d3 – lysine, d4 – threonine, d5 – tryptophan, d6 – valine, d7 – phenylalanine, d8 – methionine, d9 – dietary fiber. Dtotal – generalized desirability criterion

Установлено, что для тестируемых проб характерен различный качественный и количественный состав равновесной газовой фазы (РГФ) над пробами. Похожесть геометрии «визуальных отпечатков» максимумов для анализируемых проб 1 и 2, тем не менее, не позволяет говорить об идентичности состава РГФ над ними, что объясняется доминирующим влиянием при сорбции воды, спиртов, сложных эфиров, аминов. Различаются «визуальные отпечатки» максимумов размерами (площадью фигуры), которая зависит от содержания (концентрации) веществ в равновесной газовой фазе над образцами и незначительно формой, которая в большей степени определяется соотношением концентраций отдельных групп соединений.

Установлено, что РГФ над пробой 1 содержит немного больше по концентрации легколетучих веществ ($\approx 6\%$), по сравнению с пробой 2. Установлено различие в содержании летучих аминов (продукты деструкции аминокислот), несвязанной влаги, сложных эфиров, спиртов, кетонов в пробах. Сравнение состава РГФ над образцами представлено в таблице 4 по результатам обработки «визуальных отпечатков» максимумов методом нормировки. Установлено, что в пробе 2, по сравнению с пробой 1, больше содержится алифатических спиртов, сложных эфиров (ацетатов), несвязанной воды, летучих кислот и меньше титруемых кислот, летучих аминов.

Доля (% массы) отдельных соединений и классов веществ в РГФ над образцами

Таблица 4.

Table 4.

Share (% of mass) of individual compounds and classes of substances in the equilibrium gas phase over samples

Вид пробы Type	Другие органические соединения, % Other organic compounds, %	Титруемые кислоты, % Titratable acids, %	Кислоты, (уксусная, муравьиная, молочная и др.), % Acids (acetic, formic, lactic, etc.), %	Амины, % Amines, %	Спирты, альдегиды, % Alcohols, aldehydes, %
Проба 1 Sample 1	7,2	13,2	23	39,5	9,1
Проба 2 Sample 2	9,0	11,8	22	34,0	10,4

Сопоставление всех качественных и количественных показателей позволяет сделать вывод о различиях в составе РГФ над пробами, приготовленными по различающимся рецептурам, приводящим к изменению аромата готового продукта.

Вне зависимости от используемого концентрированного сока в составе рецептур киселей «Оранжевое настроение» и «Вишневое облако», продукты получили общую оценку 8,2 балла по 9-балльной шкале при дегустационной оценке, а также отмечены высокие показатели биологической ценности (таблица 5).

Таблица 5.

Результаты расчета биологической ценности
комбинированных напитков

Table 5.

The results of calculation of biological value
of combined drinks

Аминокислота Amino acid	Скор, %	Δ КРАС	БЦ, %	U	σ _c
Валин Valine	120,88	27,97	72,03	0,764	8,83
Изолейцин Isoleucine	137,10			0,674	
Лейцин Leucine	120,17			0,769	
Лизин Lysine	131,05			0,705	
Метионин Methionine	92,40			1,000	
Треонин Threonine	122,00			0,757	
Фенилаланин Phenylalanine	92,86			0,995	
Триптофан Tryptophan	146,50			0,631	

Лимитирующими аминокислотами являются метионин и фенилаланин, коэффициент различия аминокислотного скор составляет 27,97. Биологическая ценность киселей «Апельсиновое настроение» и «Вишневое облако» составляет 72,03 %. Расчетный показатель рентабельности производства питьевых киселей с обогащенным белково-углеводным составом за счет использования овсяной муки и молочной сыворотки составляет 15 %.

Заклучение

Технологические разработки рецептурно-компонентных решений напитков «ретро» – ассортимента с обогащенным белково-углеводным составом прошли промышленную апробацию на предприятии для производства продуктов спортивного и диетического питания ООО «Тренд Нутришен», г. Воронеж.

Таким образом, разработаны и апробированы в условиях производства рецептуры напитков комбинированного состава на основе молочной сыворотки и овсяной муки, рекомендуемые для здорового питания населения в условиях биологических рисков. Напитки получили положительные экспертные оценки дегустационной комиссии и могут быть рекомендованы к внедрению в производство после исследования и обоснования их сроков годности. Представляет интерес, с одной стороны, использование восстановленных форм молочной сыворотки для получения сывороточной основы для напитков, а с другой – исследование возможности выпуска киселей с обогащенным белково-углеводным составом в виде концентратов высокой степени кулинарной готовности.

Литература

- Чусова А.Е., Жаркова И.М., Слепокурова Ю.И., Коркина А.В. и др. Особенности технологии производства питьевого киселя // Пищевая промышленность. 2024. № 1. С. 6–14. doi: 10.52653/PPI.2024.1.1.001
- ГОСТ 18488–2000. Концентраты пищевые сладких блюд. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2020. 66 с.
- ГОСТ Р 56558–2015. Консервы. Кисели питьевые фруктовые. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2015. 8 с.
- Кисели фруктовые консервированные. Научно-производственный центр «АГРОПИЩЕПРОМ», г. Мичуринск. URL: <https://agropit.ru>
- Коломейцева Н.А., Глотова И.А., Шахов С.В. Последствия распространения коронавируса COVID-19 и новых штаммов для развития агропромышленного комплекса и потребительского рынка // Пищевая промышленность. 2024. № 9. С. 45–48.
- Крылова Э.Н., Савенкова Т.В., Руденко О.С., Маврина Е.Н. Использование молочного белка в производстве жележных изделий // Техника и технология пищевых производств. 2018. Т. 48. № 3. С. 58–64. doi: 10.21603/2074-9414-2018-3-58-64
- Выврова Д.В., Абушанаб С.А.С., Селезнева И.С. Возможности применения бета-глобулина в промышленности и в медицине // Физика. Технологии. Инновации: тезисы докладов VI Международной молодежной научной конференции, посвященной 70-летию основания Физико-технологического института УрФУ (Екатеринбург, 20–24 мая 2019 г.). Екатеринбург: ООО «Издательство учебно-методический центр УПИ», 2019. С. 955–956.
- Самсонова Е.Д., Красноштанова А.А. Повышение пищевой ценности и полезных свойств продуктов с использованием овсяной муки // Успехи в химии и химической технологии. 2020. Т. XXXIV. № 11. С. 16–18.
- Metin T., Turk A., Yalcin A. Beta-glucan: A powerful antioxidant to overcome cyclophosphamide-induced cardiotoxicity in rats // Medicine Science | International Medical Journal. 2022. V. 11. № 4. P. 1431. doi: 10.5455/medscience.2022.06.143
- Bogdanova E.V., Melnikova E.I., Koshevarova I.B. The research of the types of moisture bonds in protein-carbohydrate concentrates of cheese whey // Periodico Tche Quimica. 2020. V. 17. № 34. P. 33–44.
- Пат. № 2823350, RU, A23C 21/00. Способ получения напитка на основе изолята сывороточных белков / Мельникова Е.И., Станиславская Е.Б., Богданова Е.В., Рудниченко Е.С. № 2023136028; Заявл. 29.12.2023; Опубл. 22.07.2024, Бюл. № 21.
- Slozhenkina M.I., Skachkov D.A., Serova O.P., Pilipenko D.N. Innovative whey based tonic drink with the plant components // IOP Conference Series Earth and Environmental Science. 2021. V. 677. № 3. P. 032002. doi: 10.1088/1755-1315/677/3/032002
- Lukin A. Use of acid whey in technology of enriched jelly dessert // Carpathian Journal of Food Science and Technjlogy. 2019. № 11(1). P. 94–101.
- Wang W., Wang Yu., Liu X., Yu Q. The Characteristics of Whey Protein and Blueberry Juice Mixed Fermentation Gels Formed by Lactic Acid Bacteria // Gels. 2023. V. 9. № 7. P. 565. doi:10.3390/gels9070565
- Uribe-Alvarez R., Murphy C.P., Coleman-Vaughan C., O'Shea N. Evaluation of ionic calcium and protein concentration on heat – and cold-induced gelation of whey protein isolate gels as a potential food formulation for 3D food printing // Food Hydrocoll. 2023. V. 142. P. 108777. doi: 10.1016/j.foodhyd.2023.108777

- 16 Wagner J., Andreadis M., Nikolaidis A., Biliaderis C.G. et al. Effect of ethanol on the microstructure and rheological properties of whey proteins: Acid-induced cold gelation // *LWT*. 2021. V. 139. P. 110518. doi: 10.1016/j.lwt.2020.110518
- 17 Zhang L., Zhang Z., Euston S.R., Li B. et al. Structural and gelling properties of whey proteins influenced by various acids: Experimental and computational approaches // *Food Hydrocoll.* 2023. V. 144. P. 109003. doi: 10.1016/j.foodhyd.2023.109003
- 18 Wang W.-Q., Sheng H.-B., Zhou J.-Y., Yuan P.-P. et al. The effect of a variable initial pH on the structure and rheological properties of whey protein and monosaccharide gelation via the Maillard reaction // *Int. Dairy J.* 2021. V. 113. P. 104896. doi: 10.1016/j.idairyj.2020.104896
- 19 Tomczyńska-Mleko M., Nishinari K., Mleko S., Terpiłowski K. et al. Cold gelation of whey protein isolate with sugars in an ultrasound environment // *Food Hydrocoll.* 2023. V. 139. P. 108510. doi: 10.1016/j.foodhyd.2023.108510
- 20 Dawes L. Clear Whey Jelly Sweets. URL: <https://www.myprotein.co.in/blog/recipe/clear-whey-jelly-sweets/>
- 21 M-Pro Jelly Drink: Plant-based protein drink. URL: <https://www.nstda.or.th/en/news/news-years-2021/m-pro-jelly-drink-plant-based-protein-drink.html>
- 22 Sukotjo S., Sukmadi I., Muhami M., Mastikha A. Financial Analysis And Business Feasibility Study Of Cinnamon Jelly Candy : Proceedings of the International Conference on Food, Agriculture and Natural Resources (FANRes 2018) // *Advances in Engineering Research*. 2018. V. 1. doi: 10.2991/fanres-18.2018.54
- 23 Могильный М.П. Сборник рецептов на продукцию общественного питания. ДеЛи плюс, 2016. 888 с. URL: <https://fort.crimea.com/catering/12998-kisel-iz-apelsinov-ili-mandarinov.html>
- 24 ГОСТ ISO 5492–2014. Органолептический анализ. Словарь. М.: Стандартинформ, 2015. 56 с.
- 25 Kuchmenko T.A. Electronic nose based on nanoweights, expectation and reality // *Pure and Applied Chemistry*. 2017. V. 89. № 10. P. 1587–1601. doi: 10.1515/pac-2016–1108
- 26 Kuchmenko T.A., Lvova L.B. A Perspective on Recent Advances in Piezoelectric Chemical Sensors for Environmental Monitoring and Foodstuffs Analysis // *Chemosensors*. 2019. V. 7. № 3. P. 39–45. doi: 10.3390/chemosensors7030039
- 27 Kuchmenko T., Lvova L. Piezoelectric Chemosensors and Multisensory Systems. 2022. URL: <https://pubs.rsc.org/en/content/ebook/978-1-83916-277-0>
- 28 Kuchmenko T.A. Electronic nose based on nanoweights, expectation and reality // *Pure and Applied Chemistry // The Scientific Journal of IUPAC*. doi: 10.1515/pac-2016–1108
- 29 Надточий Л.А., Четчина А.Ю., Лепешкин А.И. Проектирование состава продуктов питания с заданными свойствами. СПб: Университет ИТМО, 2020. 46 с.
- 30 Коломейцева Н.А., Глотова И.А., Шахов С.В. Физико-химические свойства овсяной муки как структурообразующего компонента в рецептурах русских национальных напитков // *ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия*. 2024. Т. 21. № 3. С. 56–62.
- 31 Юсупова Г.Ф. Использование функции желательности в оценке уровня техноферной безопасности территории // *Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация*. 2017. № 3(76). С. 67–81.
- 32 Маслов Г.Г., Трубилин Е.И., Цыбулевский В.В. и др. Функция Харрингтона в исследованиях сельскохозяйственной техники // *Таврический вестник аграрной науки*. 2022. № 3(31). С. 116–124.

References

- 1 Chusova A.E., Zharkova I.M., Slepokurova Yu.I., Korkina A.V. et al. Features of drinking jelly production technology. *Food industry*. 2024. no. 1. pp. 6–14. doi: 10.52653/PPI.2024.1.1.001. (in Russian).
- 2 GOST 18488–2000. Food concentrates for sweet dishes. General specifications. Moscow, Standartinform, 2020. 66 p. (in Russian).
- 3 GOST R 56558–2015. Canned food. Fruit drinking jelly. General specifications. Moscow, Standartinform, 2015. 8 p. (in Russian).
- 4 Canned fruit jelly. Research and Production Center "AGROPISHCHEPROM", Michurinsk. Available at: <https://agropit.ru> (in Russian).
- 5 Kolomeyeva N.A., Glotova I.A., Shakhov S.V. Consequences of the spread of coronavirus COVID 19 and new strains for the development of the agro-industrial complex and consumer market. *Food industry*. 2024. no. 9. pp. 45–48. (in Russian).
- 6 Krylova E.N., Savenkova T.V., Rudenko O.S., Mavrina E.N. Use of milk protein in the production of jelly products. *Equipment and technology of food production*. 2018. vol. 48. no. 3. pp. 58–64. doi: 10.21603/2074-9414-2018-3-58-64 (in Russian).
- 7 Vyrova D.V., Abushanab S.A.S., Selezneva I.S. Possibilities of using beta-glucan in industry and medicine. *Physics. Technologies. Innovations: abstracts of reports of the VI International Youth Scientific Conference dedicated to the 70th anniversary of the foundation of the Physics and Technology Institute of Ural Federal University (Ekaterinburg, May 20-24, 2019)*. Ekaterinburg, OOO "Publishing House of the Educational and Methodological Center of UPI", 2019. pp. 955-956. (in Russian).
- 8 Samsonova E.D., Krasnoshtanova A.A. Increasing the nutritional value and useful properties of products using oat flour. *Advances in Chemistry and Chemical Technology*. 2020. vol. XXXIV. no. 11. pp. 16-18. (in Russian).
- 9 Metin T., Turk A., Yalcin A. Beta-glucan: A powerful antioxidant to overcome cyclophosphamide-induced cardiotoxicity in rats // *Medicine Science | International Medical Journal*. 2022. vol. 11. no. 4. pp. 1431. doi: 10.5455/medscience.2022.06.143
- 10 Bogdanova E.V., Melnikova E.I., Koshevarova I.B. The research of the types of moisture bonds in protein-carbohydrate concentrates of cheese whey. *Periodico Tche Quimica*. 2020. vol. 17. no. 34. pp. 33–44.
- 11 Melnikova E.I., Stanislavskaya E.B., Bogdanova E.V., Rudnichenko E.S. Method for producing a drink based on whey protein isolate. Patent RF, no. 2823350, 2024.
- 12 Slozhenkina M.I., Skachkov D.A., Serova O.P., Pilipenko D.N. Innovative whey based tonic drink with the plant components. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 2021. vol. 677. no. 3. pp. 032002. doi: 10.1088/1755-1315/677/3/032002
- 13 Lukin A. Use of acid whey in technology of enriched jelly dessert. *Carpathian Journal of Food Science and Technjlogy*. 2019. no. 11(1). pp. 94–101.
- 14 Wang W., Wang Yu., Liu X., Yu Q. The Characteristics of Whey Protein and Blueberry Juice Mixed Fermentation Gels Formed by Lactic Acid Bacteria. *Gels*. 2023. vol. 9. no. 7. pp. 565. doi:10.3390/gels9070565

- 15 Uribe-Alvarez R., Murphy C.P., Coleman-Vaughan C., O'Shea N. Evaluation of ionic calcium and protein concentration on heat – and cold-induced gelation of whey protein isolate gels as a potential food formulation for 3D food printing. *Food Hydrocoll.* 2023. vol. 142. pp. 108777. doi: 10.1016/j.foodhyd.2023.108777
- 16 Wagner J., Andreadis M., Nikolaidis A., Biliaderis C.G. et al. Effect of ethanol on the microstructure and rheological properties of whey proteins: Acid-induced cold gelation. *LWT.* 2021. vol. 139. pp. 110518. doi: 10.1016/j.lwt.2020.110518
- 17 Zhang L., Zhang Z., Euston S.R., Li B. et al. Structural and gelling properties of whey proteins influenced by various acids: Experimental and computational approaches. *Food Hydrocoll.* 2023. vol. 144. pp. 109003. doi: 10.1016/j.foodhyd.2023.109003
- 18 Wang W.-Q., Sheng H.-B., Zhou J.-Y., Yuan P.-P. et al. The effect of a variable initial pH on the structure and rheological properties of whey protein and monosaccharide gelation via the Maillard reaction. *Int. Dairy J.* 2021. vol. 113. pp. 104896. doi: 10.1016/j.idairyj.2020.104896
- 19 Tomczyńska-Mleko M., Nishinari K., Mleko S., Terpiłowski K. et al. Cold gelation of whey protein isolate with sugars in an ultrasound environment. *Food Hydrocoll.* 2023. vol. 139. pp. 108510. doi: 10.1016/j.foodhyd.2023.108510
- 20 Dawes L. Clear Whey Jelly Sweets. Available at: <https://www.myprotein.co.in/blog/recipe/clear-whey-jelly-sweets/>
- 21 M-Pro Jelly Drink: Plant-based protein drink. Available at: <https://www.nstda.or.th/en/news/news-years-2021/m-pro-jelly-drink-plant-based-protein-drink.html>
- 22 Sukotjo S., Sukmadi I., Muhami M., Mastikha A. Financial Analysis And Business Feasibility Study Of Cinnamon Jelly Candy : Proceedings of the International Conference on Food, Agriculture and Natural Resources (FANRes 2018). *Advances in Engineering Research.* 2018. vol. 1. doi: 10.2991/fanres.18.2018.54
- 23 Mogilny M.P. Collection of recipes for catering products. DeLi plus, 2016. 888 p. Available at: <https://fort.crimea.com/catering/12998-kisel-iz-apelsinov-ili-mandarinov.html> (in Russian).
- 24 GOST ISO 5492–2014. Organoleptic analysis. Dictionary. Moscow, Standartinform, 2015. 56 p. (in Russian).
- 25 Kuchmenko T.A. Electronic nose based on nanoweights, expectation and reality. *Pure and Applied Chemistry.* 2017. vol. 89. no. 10. pp. 1587–1601. doi: 10.1515/pac-2016-1108
- 26 Kuchmenko T.A., Lvova L.B. A Perspective on Recent Advances in Piezoelectric Chemical Sensors for Environmental Monitoring and Foodstuffs Analysis. *Chemosensors.* 2019. vol. 7. no. 3. pp. 39–45. doi: 10.3390/chemosensors7030039
- 27 Kuchmenko T., Lvova L. Piezoelectric Chemosensors and Multisensory Systems. 2022. Available at: <https://pubs.rsc.org/en/content/ebook/978-1-83916-277-0>
- 28 Kuchmenko T.A. Electronic nose based on nanoweights, expectation and reality. *Pure and Applied Chemistry. The Scientific Journal of IUPAC.* doi: 10.1515/pac-2016-1108
- 29 Nadtochiy L.A., Chechetkina A.Yu., Lepeshkin A.I. Design of food composition with specified properties. SPb, ITMO University, 2020. 46 p. (in Russian).
- 30 Kolomeitseva N.A., Glotova I.A., Shakhov S.V. Physicochemical properties of oat flour as a structure-forming component in the recipes of Russian national drinks. *FES: Finance. Economy. Strategy.* 2024. vol. 21. no. 3. pp. 56–62. (in Russian).
- 31 Yusupova G.F. Using the desirability function in assessing the level of technosphere safety of a territory. *Socio-economic and technical systems: research, design, optimization.* 2017. no. 3(76). pp. 67–81. (in Russian).
- 32 Maslov G.G., Trubilin E.I., Tsybulevsky V.V. et al. Harrington function in agricultural machinery research. *Tavrisheskiy Vestnik Agrarnoy Nauki.* 2022. no. 3(31). pp. 116–124. (in Russian).

Сведения об авторах

- Надежда А. Коломейцева** аспирант, кафедра технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, Воронежский аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, k-nadya2704@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5549-6619>
- Ирина А. Глотова** д.т.н., профессор, кафедра технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, Воронежский аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, glotova-irina@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9991-1183>
- Алла Е. Куцова** к.т.н., доцент, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, alla-toporkova@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5778-6150>
- Анна А. Дерканосова** д.т.н., доцент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, aa-derk@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9726-9262>

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

- Nadezhda A. Kolomeytseva** graduate student, technology of storage and processing of agri-cultural products department, Voronezh Agrarian University named after Emperor Peter I, 1 Michurin St., Voronezh, 394087, k-nadya2704@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5549-6619>
- Irina A. Glotova** Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of storage and processing of agri-cultural products department, Voronezh Agrarian University named after Emperor Peter I, 1 Michurin St., Voronezh, 394087, glotova-irina@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9991-1183>
- Alla E. Kutsova** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology of animal products department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, alla-toporkova@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5778-6150>
- Anna A. Derkanosova** Dr. Sci. (Engin.), professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, aa-derk@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9726-9262>

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 08/07/2024	После редакции 25/07/2024	Принята в печать 13/08/2024
Received 08/07/2024	Accepted in revised 25/07/2024	Accepted 13/08/2024