

Научная статья / *Original article*

УДК 637.344:664.641.4

DOI: 10.31208/2618-7353-2022-19-49-59

**БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ
МОЛОЧНО-БЕЛКОВОГО БИОПРОДУКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
АЛЬТЕРНАТИВНОГО БИООРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ**

***BIOTECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT
OF MILK-PROTEIN BIO-PRODUCTS USING
ALTERNATIVE BIOORGANIC RAW MATERIALS***

Алина А. Короткова, кандидат биологических наук, доцент
Екатерина А. Сергеенко, студент
Валентина Н. Храмова, доктор биологических наук, профессор

Alina A. Korotkova, PhD (Biology), Associate Professor

Ekaterina A. Sergeenko, Student

Valentina N. Khramova, Dr. Sci. (Biology), Professor

Волгоградский государственный технический университет

Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

Контактное лицо: Короткова Алина Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии пищевых производств, Волгоградский государственный технический университет; 400005, Россия, Волгоград, пр-т им. Ленина, 28;
e-mail: alina.cor@yandex.ru; тел.: 8 (8442) 24-84-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0705-5501>.

Для цитирования: Короткова А.А., Сергеенко Е.А., Храмова В.Н. Биотехнологические аспекты разработки молочно-белкового биопродукта с использованием альтернативного биоорганического сырья // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 19, № 3. С. 49-59. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-19-49-59>.

Principal Contact: Alina A. Korotkova, PhD (Biology), Associate Professor of the Food Production Technologies Department, Volgograd State Technical University; 28, Lenin Av., Volgograd, 400005, Russian Federation;
e-mail: alina.cor@yandex.ru; tel.: +7 (8442) 24-84-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0705-5501>.

For citation: Korotkova A.A., Sergeenko E.A., Khramova V.N. Biotechnological aspects of the development of milk-protein bio-products using alternative bioorganic raw materials. *Agrarian-and-food innovations*. 2022;19(3):49-59. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-19-49-59>.

Резюме

Цель. Изучение эффективности использования альтернативного высокобелкового биоорганического сырья в аспекте формирования белкового состава биопродукта на творожной основе.

Материалы и методы. Определение органолептических, физико-химических и микробиологических показателей проводилось с применением общепринятых стандартных методов и методик: титруемую кислотность – титриметрически в соответствии с ГОСТ 3624-92, массовую долю жира – кислотным методом в соответствии с ГОСТ 5867-90, белка – методом Къельдаля в соответствии с ГОСТ Р 53951-2010), влаги – термогравиметрически в соответствии с ГОСТ 3626-73. Количество жизнеспособных молочнокислых микроорганизмов определяли

по ГОСТ 33951-2016 посевом и культивированием на питательных средах с визуальным подсчетом выросших колоний.

Результаты. Научно обоснованы результаты исследования эффективности использования альтернативного высокобелкового биоорганического сырья в аспекте формирования белкового состава биопродукта на творожной основе. Приведены органолептические и физико-химические показатели, подтверждающие высокие потребительские свойства продукта. Установлено благоприятное влияние растительного сырья на формирование оригинальных потребительских свойств биопродукта.

Заключение. Разработан новый молочно-белковый биопродукт, вырабатываемый по традиционной технологии творога методом кислотного-сычужной коагуляции с последующим смешиванием творожно-казеиновой основы продукта с ацидофилином пробиотического действия, сывороточной альбуминовой белковой массой, предварительно выделенной посредством ультрафильтрации возвратной творожной сыворотки, и суспензией зеленой пресноводной водоросли хлореллы в качестве биоорганического источника белка, йода и цинка.

Ключевые слова: хлорелла, растительный белок, суспензия, альбумин, ультрафильтрат сыворотки

Abstract

Purpose. To study the efficiency of using alternative high-protein bioorganic raw materials in the aspect of forming the protein composition of a curd-based bioproduct.

Materials and Methods. Determination of organoleptic, physical and chemical and microbiological parameters was carried out using generally accepted standard methods and techniques: titratable acidity – titrimetrically according to GOST 3624-92, fat mass fraction – acid method according to GOST 5867-90, protein – Kjeldahl method according to GOST R 53951-2010, moisture – thermogravimetrically according to GOST 3626-73. The number of viable lactic acid microorganisms was determined according to GOST 33951-2016 by sowing and culturing on nutrient media with visual counting of grown colonies.

Results. Scientifically substantiated the results of the study of the effectiveness of alternative high-protein bioorganic raw materials in the aspect of formation of protein composition of curd-based bioproduct. Organoleptic and physico-chemical parameters confirming high consumer properties of the product have been presented. A favorable influence of vegetable raw materials on the formation of the original consumer properties of the bioproduct has been established.

Conclusion. A new milk-protein bioproduct has been developed, produced according to the traditional technology of curd by the method of acid-cheese coagulation followed by mixing the curd-casein base of the product with probiotic acidophilus, albumin whey protein mass preliminary isolated by ultrafiltration of return curd whey, and a suspension of green freshwater algae chlorella as a bioorganic source of protein, iodine and zink.

Keywords: chlorella, plant protein, suspension, albumin, whey ultrafiltrate

Введение. В настоящее время в связи со сложной политической ситуацией в мировом сообществе и обусловленным этим непростым положением в экономической сфере актуальными и востребованными в агропромышленном секторе становятся импортозамещающие технологии, позволяющие благодаря внедрению инновационных методов обеспечить не только его стабильность, но и экономический рост (Голубева Л.В. и др., 2015; Гинойн Р.В. и др., 2018; Грунская В.А. и др., 2019). В Волгоградской области молочное скотоводство и мо-

локоперерабатывающая промышленность являются важнейшими подсистемами ее агропромышленного комплекса.

По аналитическим сведениям, в мире констатирована угроза дефицита пищевого белка. На сегодняшний день около половины населения планеты испытывает недостаток в белке. Обеспечение населения высококачественными белковыми полноценными продуктами актуальна и для Южного Федерального округа России. Одним из путей решения проблемы дефицита белка может стать новое биотехнологическое направление, связанное с созданием и получением пищевых продуктов, отличающихся повышенным содержанием белка и его улучшенным качеством (Ключникова Д.В. и др., 2017; Ильючик И.А. и Никандров В.Н., 2018; Подкорытова А.В. и др., 2020). Одним из стратегически перспективных источников пищевого белка является растительного сырья, что, являясь обоснованной альтернативой животному белку, оказывает положительный эффект в отношении сокращения углеродного следа.

Биомасса инновационного объекта аквакультуры – зеленой пресноводной водоросли хлореллы рода *Chlorella pyrenoidosa* (Новиков А.Е. и др., 2020), выступает перспективной альтернативой животным источникам белка, содержит до 55% белка, 1,2% жира, 2,5% углеводов и дополняет творожно-казеиновую основу аминокислотами, эссенциальными полиненасыщенными жирными кислотами – арахидоновой, линолевой, линоленовой, – предшественниками простагландинов, участвующих в гормональной регуляции физиологических процессов и сохранении гомеостаза, витаминами А, D, группы В, в том числе фолиевой кислотой, железом, магнием, фосфором, медью, серой (Dvoretzky DS et al., 2014; Темнов М.С. и Андросова А.А., 2015; Ильючик И.А. и Никандров В.Н., 2018). Хлорелла обладает природным антибактериальным и антимиотическим действием, поддерживает и сохраняет состав пробиотической микрофлоры желудочно-кишечного тракта. С хлореллой в молочно-белковый продукт поступает хлореллан, способствующий укреплению иммунной системы и выработке интерферона (Ильючик И.А. и Никандров В.Н., 2018). Употребление хлореллы способствует нормализации уровня сахара в крови и повышает чувствительность к инсулину, что при отсутствии простых сахаров делает продукт применимым к питанию диабетиков. Добавление суспензии зеленой водоросли хлореллы, как высокобелкового биоорганического ингредиента натурального происхождения, обогащает молочно-белковый биопродукт белком, выступает дополнительным источником биогенных микроэлементов и, кроме того, придает продукту оригинальный вкус и светло-зеленый цвет.

Гидратацию порошка хлореллы целесообразно проводить ультрафильтратом творожной сыворотки, так как он содержит большую долю компонентов молока в молекулярном и истинно-растворимом состоянии, а именно: свободные аминокислоты и жирные кислоты, лактозу, водорастворимые витамины группы В, РР, набор биогенных минеральных элементов К, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, придающие ему сладковато-солончатый вкус, и при этом обладает минимальной калорийностью. Тем самым использование ультрафильтрата для гидратации хлореллы предпочтительно вследствие возврата части ценных веществ молока, повышения пищевой ценности и улучшения вкуса суспензии и улучшения вкуса суспензии водоросли, сокращает остаток побочного продукта переработки, что имеет ресурсосберегающую и экологическую значимость (Храмцов А.Г. и др., 2003).

В этой связи актуальным является изучение эффективности и возможности использования данного альтернативного высокобелкового биоорганического сырья в аспекте формирования белкового состава биопродукта на творожной основе.

Кроме того, разработка высокобелковых продуктов питания имеет лечебно-профилактическую и диетическую направленность (Харитонов И.Б. и Силантьева Л.А., 2011; Шлейкин А.Г. и др., 2015; Ключникова Д.В. и др., 2017; Канарейкина С.Г. и др., 2018; Куренкова Л.А. и др., 2019).

Материалы и методы. Научно-исследовательская работа проводилась на базе кафедры «Технологии пищевых производств» Волгоградского государственного технического университета и комплексной аналитической лаборатории Поволжского научно-исследовательского института производства и переработки мясомолочной продукции.

Объектами исследований являлись: молоко, сыворотка молочная творожная, бактериальные заквасочные культуры, суспензия хлореллы.

По итогам опытной выработки экспериментальных образцов установлено оптимальное количество суспензии хлореллы в рецептурной композиции – не более 10%. Определение органолептических, физико-химических и микробиологических показателей проводилось с применением общепринятых стандартных методов и методик. Оценку органолептических показателей готового полученного продукта проводили с учетом структуры, вкуса, запаха и цвета. При определении физико-химических показателей образцов использовали стандартные методы: титруемую кислотность определяли титриметрически (ГОСТ 3624-92), массовую долю жира – кислотным методом (ГОСТ 5867-90), белка – методом Къельдаля (ГОСТ Р 53951-2010), влаги – термогравиметрически (ГОСТ 3626-73). Количество жизнеспособных молочнокислых микроорганизмов определяли по ГОСТ 33951-2016 посевом и культивированием на питательных средах с визуальным подсчетом выросших колоний. Аминокислотный состав биопродукта идентифицировали методом тонкослойной хроматографии с использованием системы КЭ «Капель» М 04-38-2009. Биологическую ценность белков определяли по показателю аминокислотного сора. Расчет аминокислотного сора осуществлялся путем деления количества содержащейся в продукте незаменимой аминокислоты на количество этой же аминокислоты в идеальном белке. Полученное при этом число умножали на сто. Функциональную обеспеченность образцов йодом и цинком устанавливали по принципу аддитивности.

Результаты и обсуждение. Для получения молочно-белкового творожного продукта, обладающего пробиотическими свойствами, использовали в составе заквасочной микрофлоры мезофильные: *Lactococcus lactis* subspecies *cremoris*, *Lactococcus lactis* subspecies *lactis*, *Lactococcus lactis* subspecies *lactis* biovar *diacetylactis*, и термофильные: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacterium acidophilum*, молочнокислые микроорганизмы в соотношении 1:1.

В ходе экспериментального исследования было определено оптимальное количество включения в состав рецептуры суспензии хлореллы. Отмечено, что с увеличением количества хлореллы в рецептуре до 15% биопродукт приобретает специфический травянистый привкус и неаппетитный темно-зеленый цвет, что ограничивает долю присутствия аквакультуры до 10%. При этом установлено, что формирование оригинальных органолептических свойств биопродукта с хлореллой (таблица 1) не только повышает его потребительские свойства, но и позволяет расширить ассортимент творожных изделий.

Физико-химические и микробиологические показатели исследуемых образцов молочно-белкового биопродукта (таблица 2) соответствуют общепринятым требованиям нормативной документации для творога и творожной продукции.

Таблица 1. Органолептические показатели молочно-белкового биопродукта

Table 1. Organoleptic characteristics of milk-protein bioproduct

Показатель <i>Indicator</i>	Характеристика <i>Characteristics</i>
Структура <i>Structure</i>	Пастообразная, с наличием слегка ощутимых частиц молочного белка <i>Pasty, with the presence of slightly perceptible particles of milk protein</i>
Вкус <i>Taste</i>	Чистый, кисломолочный, с легким травянистым привкусом растительного наполнителя <i>Clean, sour-milk, with a slight herbaceous aftertaste of herbal filler</i>
Запах <i>Smell</i>	Кисломолочный, умеренный запах растительного наполнителя и специфический – розмарина <i>Sour-milk, moderate smell of herbal filler and specific – rosemary</i>
Цвет <i>Color</i>	Светло-зеленый <i>Light green</i>

Таблица 2. Физико-химические и микробиологические показатели биопродукта

Table 2. Physical and chemical and microbiological parameters of the bio-product

Показатель <i>Indicator</i>	Значение <i>Value for sample</i>	
	контроль <i>control</i>	опыт <i>experiment</i>
Массовая доля жира, % <i>Mass fraction of fat, %</i>	3,2	3,0
Массовая доля белка, % <i>Mass fraction of protein, %</i>	13,5	15,0
Массовая доля влаги, % <i>Mass fraction of moisture, %</i>	71,5	71,3
Массовая доля сухого вещества, % <i>Mass fraction of dry substance, %</i>	28,5	28,7
Титруемая кислотность, °Т <i>Titrateable acidity, °T</i>	228,5	229
Количество жизнеспособных молочнокислых микроорганизмов, КОЕ/г <i>Number of viable lactic acid microorganisms, CFU/g</i>	1·10 ⁷	

По сведениям о показателях пищевой ценности, добавление хлореллы увеличивает количество белка в опытном образце биопродукта на 1,5% по сравнению с контролем, что объясняется его высоким содержанием в этой водоросли. При этом различие по содержанию жира, влаги и сухого вещества между образцами незначительно, так как порошок хлореллы вносят в смесь по рецептуре в гидратированном виде суспензии.

Для оценки влияния хлореллы на хранимоспособность творожного биопродукта исследовали динамику кислотности выработанного по новой рецептуре образца в сравнении с контрольным аналогом без растительного наполнителя. Измерение кислотности в анализируемых образцах проводилось в течение 5 дней при холодильном хранении. На основании полученных результатов построен график динамики кислотности (рисунок 1).

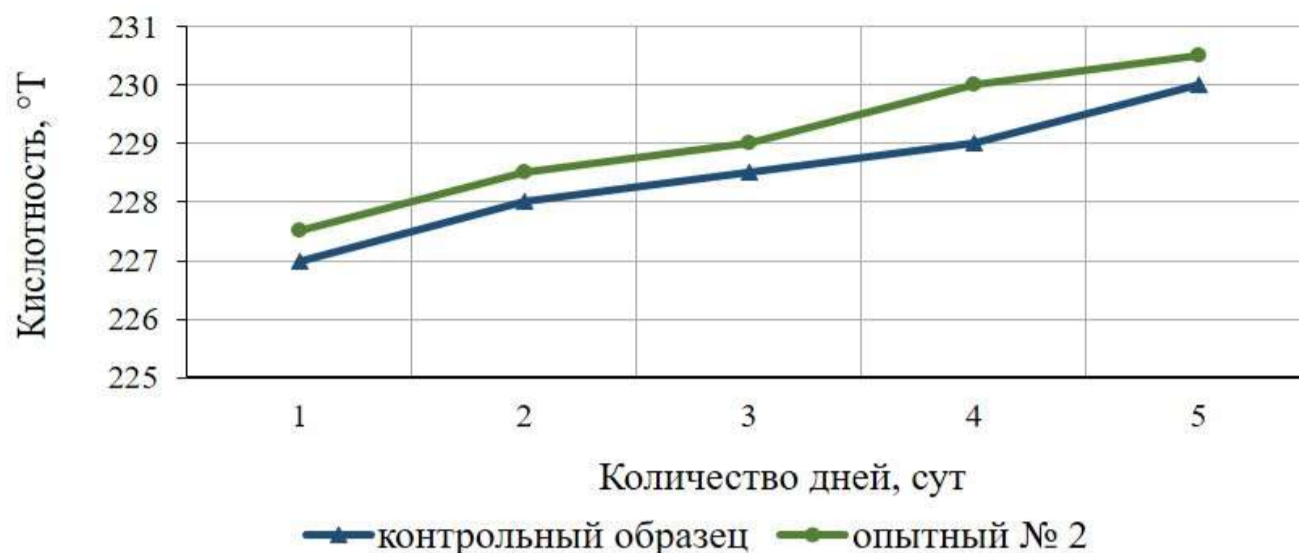


Рисунок 1. Динамика титруемой кислотности молочно-белкового биопродукта

Figure 1. Dynamics of titratable acidity of a milk-protein bioproduct:

кислотность, °T / acidity, °T; количество дней, сут / number of days, days;

контрольный образец / control sample; опытный № 2 / experimental no. 2

На основании установленных зависимостей для контрольного и опытного образцов не выявлено отрицательного влияния порошка хлореллы на хранимоспособность молочно-белкового биопродукта: показатели титруемой кислотности сравниваемых образцов практически не отличаются. Это значит, что используемый растительный ингредиент не вызывает критичного повышения кислотности. Однако усиление кислого вкуса по мере хранения образцов, обусловленное жизнеспособностью сильной кислотообразующей ацидофильной палочки, ограничивает срок хранения биопродукта до 72 ч.

По полученным данным аминокислотного анализа и рассчитанному показателю аминокислотного сора установлено влияние хлореллы на биологическую ценность белков биопродукта в сравнении с контрольным аналогом без ее добавления (таблица 3). Так, в опытном образце сокращается количество лимитирующих аминокислот до метионина и аргинина, в то время как контрольный образец наряду с ними остается несбалансированным по незаменимому треонину, частично заменимому аргинину, а также глицину и аланину. На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что добавление порошка органической зеленой водоросли хлореллы и возврат сывороточного альбумина позволяет получить молочно-белковый биопродукт, полностью восполняющий потребности человека в незаменимых аминокислотах: валин, лейцин, изолейцин, лизин, треонин, триптофан, фенилаланин, тирозин. Причем в наибольшей степени хлорелла обогащает биопродукт лейцином и изолейцином. Анализ степени функциональности молочно-белкового биопродукта с хлореллой установил, что его употребление в количестве фасовочной порции 250 г покрывает норму физиологической потребности (НФП) организма в белке на 42,5%, а также в биогенных микроэлементах йоде и цинке на 27%, что соответствует требованиям ГОСТ Р 52349-2005 и подтверждает достижение функционального эффекта (таблица 4).

Ожидаемый благоприятный эффект при систематическом употреблении белков, витаминов В₂, В₅, В₁₂, макро- и микроэлементов в составе разработанного биопродукта обоснован с точки зрения доказательной медицины и способствует нормализации пластического и энергетического обмена, йод поддерживает нормальное функционирование щитовидной железы, продукцию тиреоидных гормонов и, как следствие, когнитивную, или познавательную, деятельность, цинк обеспечивает поддержание кислотно-щелочного баланса организма, магний способствует нормальному функционированию сердечной мышцы, лактобактерии *Lactobacterium acidophilum* подавляют развитие патогенных микроорганизмов, угнетают гни-

лостные процессы за счет продуцирования антибиотических веществ и обеспечивают пробиотическое действие продукта.

Таблица 3. Биологическая ценность белков биопродукта

Table 3. Biological value of the bioproduct proteins

Аминокислота <i>Amino acid</i>	Содержание, мг/100 г белка <i>Content, mg / 100 g protein</i>			Аминокислотный скор, % <i>Amino acid score, %</i>	
	эталон ФАО / ВОЗ <i>standard FAO / WHO</i>	контроль <i>control</i>	опыт <i>experiment</i>	контроль <i>control</i>	опыт <i>experiment</i>
Валин <i>Valine</i>	5000	5005,2	6926,8	100,1	138,5
Лейцин + изолейцин <i>Isoleucine + leucine</i>	5500	11815,7	19268,2	214,8	350,3
Лизин <i>Lysine</i>	5500	5926,3	6668,2	107,7	121,2
Метионин <i>Methionine</i>	3500	2215,7	2487,8	63,3	71,08
Глицин <i>Glycine</i>	3000	1726,3	5268,2	57,5	175,6
Треонин <i>Threonine</i>	4000	2947,3	4956,09	73,6	123,9
Триптофан <i>Tryptophan</i>	1000	1749,5	1580,0	174,9	158,0
Фенилаланин + тирозин <i>Phenylalanine + tyrosine</i>	6000	7921,0	9400,0	132,0	156,6
Гистидин <i>Histidine</i>	1500	1921,05	2209,7	128,07	147,3
Аргинин <i>Arginine</i>	4000	3047,3	2146,3	76,1	53,6
Пролин <i>Proline</i>	2000	8884,2	10482,9	444,2	524,1
Серин <i>Serine</i>	3000	3847,3	6039,02	128,2	201,3
Аланин <i>Alanine</i>	3000	2884,2	5058,5	94,1	168,6

Таблица 4. Функциональная обеспеченность молочно-белкового биопродукта

Table 4. Functional provision of a milk-protein bioproduct

Нутриент <i>Nutrient</i>	НФП, г (мг) в сутки <i>PhRN, g (mg) per day</i>	Содержание, г (мг) / 100 г, <i>Content, g (mg) / 100 g</i>	Обеспеченность, % <i>Provision, %</i>	
Белок <i>Protein</i>	60-114	15	100 г <i>100 g</i>	порция 250 г <i>portion 250 g</i>
Йод <i>Iodine</i>	(120-150)	(15)	17	42,5
Цинк <i>Zink</i>	(13,5)	(1,5)	11	27,5

Заключение. Таким образом, получен молочно-белковый биопродукт, отличающийся высокой пищевой и биологической ценностью за счет внесения альтернативного растительного источника белка – суспензии зеленой водоросли хлореллы, отличающейся высоким содержанием белка (на уровне 55%), и возврата сывороточного альбумина в творожно-казеиновую основу. Продукт имеет оригинальный выраженный зеленый цвет за счет присутствия натурального пигмента хлорофилла в составе инновационного биоорганического ингредиента хлореллы, приятный кисломолочный вкус с тонкими пряными нотками розмарина, может выступать источником полноценного белка, йода, цинка и пробиотической микрофлоры.

Список источников

1. Гинойн Р.В., Назарова Н.Е., Бондарева Ю.Н. Технология производства йогурта функционального назначения, обогащенного смесью сухого порошка пророщенной пшеницы и пюре из черники и голубики // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. Т. 80, № 4. С. 283-287. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-4-283-287>.
2. Голубева Л.В., Долматова О.И., Найденкина Н.А., Зыгалова Е.И. Творожные продукты с компонентами растительного происхождения // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 2. С. 103-107. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2015-2-103-107>.
3. Грунская В.А., Габриелян Д.С., Кузина Е.А., Зайцев К.А. Творожные десертные продукты с функциональными свойствами и повышенной пищевой ценностью // Молочнохозяйственный вестник. 2019. № 3 (35). С. 88-99.
4. Ильючик И.А., Никандров В.Н. Рост культуры хлореллы (*Chlorella vulgaris*) и накопление белка при добавлении $MnCl_2$ в питательную среду // Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук. 2018. № 1. С. 53-64.
5. Ильючик И.А., Никандров В.Н. Рост культуры хлореллы. Повышение белкового состава // Развитие АПК Курска. 2018. № 5. С. 35-37.
6. Канарейкина С.Г., Миннихметова Г.Р., Канарейкин В.И. Эффективность внесения растительной добавки при производстве кисломолочного продукта // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Том 101, № 1. С. 98-105.
7. Ключникова Д.В., Кузнецова А.А., Крикунов А.В. Компоненты-обогащители как механизм расширения ассортимента творожных продуктов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Пищевые биотехнологии». 2017. Т. 5, № 4. С. 5-11. <https://doi.org/10.14529/food170401>.
8. Куренкова Л.А., Нифанова М.А., Фатеева Н.В. Исследование возможности применения растительного сырья в производстве творожного продукта // Молочнохозяйственный вестник. 2019. № 3 (35). С. 101-107.
9. Новиков А.Е., Филимонов М.И., Константинова Т.Г., Торопов А.Ю. Биореактор для культивирования хлореллы // Орошаемое земледелие. 2020. № 2. С. 13-16.
10. Подкорытова А.В., Вафина Л.Х., Шашкина И.А. Диетические лечебные профилактические продукты из ламинарии, настоящее и будущее // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2020. № 93. С. 115-118.
11. Темнов М.С., Андросова А.А. Разработка технологии культивирования биомассы микроводорослей *Chlorella Vulgaris* с повышенным содержанием липидов // Успехи в химии и химической технологии. 2015. Том XXIX, № 8. С. 116-117.

12. Харитонов И.Б., Силантьева Л.А. Возможность использования добавок растительного происхождения при производстве кисломолочных продуктов // Процессы и аппараты пищевых производств. 2011. № 2. С. 222-226.
13. Храмцов А.Г., Павлов В.А., Нестеренко П.Г. Переработка молочной сыворотки: технологическая тетрадь. Москва: СевКавГТУ, 2003. 100 с.
14. Шлейкин А.Г., Баракова Н.В., Петрова М.Н., Данилов Н.П., Аргымбаева А.Е. Влияние сахарного сиропа, мёда и злаков на реологические свойства йогурта // Процессы и аппараты пищевых производств. 2015. № 2. С. 24-33.
15. Dvoretzky DS, Peshkova EV, Temnov MS. Experimental definition of technological modes of growth of biomass of a microalga *Chlorella* with the raised contents Lipids agricultural animals // Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex-healthy food products. 2014. № 2. P. 32-38.

References

1. Ginoyan RV, Nazarova NE, Bondareva YuN. The production technology of functional yoghurt, enriched with a mixture of dry wheat germ powder and bilberries and blueberries puree. *Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Universiteta Inzhenerny`x Texnologij = Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2018;4(80):283-287. (In Russ.). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-4-283-287>.
2. Golubeva LV, Dolmatova OI, Naidenkina TA, Zygalova EI. Cottage cheese products with ingredients of plant origin. *Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Universiteta Inzhenerny`x Texnologij = Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2015;(2):103-107. (In Russ.). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2015-2-103-107>.
3. Grunskaya VA, Gabrielyan DS, Kuzina EA, Zaitsev KA. Curd dessert products with functional properties and increased nutritional value. *Molochnoozyajstvenny`j vestnik = Molochnokhozayistvenny vestnik*. 2019;35(3):88-99. (In Russ.).
4. Ilyuchik IA, Nikandrov VN. *Chlorella vulgaris* culture growth and protein accumulation at $MnCl_2$ addition in nutrient medium. *Vestnik Polesskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya prirodovedcheskix nauk = Vestnik of the Polessky State University. A series of natural sciences*. 2018;(1):53-64. (In Russ.).
5. Ilyuchik IA, Nikandrov VN. *Chlorella* culture growth. Increasing the protein composition. *Razvitie APK Kurska = Development of the Kursk Agroindustrial Complex*. 2018;(5):35-37. (In Russ.).
6. Kanareykina SG, Minniekhetova GR, Kanareykin VI. Efficiency of a plant supplement in the production of a fermented milk product. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo = Animal husbandry and fodder production*. 2018;101(1):98-105. (In Russ).
7. Klyuchnikova DV, Kuznetsova AA, Krikunov AV. Components-dressers as a mechanism to expand the range of quark products. *Vestnik Yuzhno-Ural`Skogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya: pishhevy`e i biotexnologii = Bulletin of the South Ural State University. Series: food and biotechnology*. 2017;5(4):5-11. (In Russ.). <https://doi.org/10.14529/food170401>.
8. Kurenkova LA, Nifanova MA, Fateeva NV. The research of using vegetable raw materials in the production of a curd product. *Molochnoozyajstvenny`j vestnik = Molochnokhozayistvenny vestnik*. 2019;35(3):101-107. (In Russ).

9. Novikov AE, Filimonov MI, Konstantinova TG, Toropov AYu. Bioreactor for cultivation of chlorella. *Oroshaemoe zemledelie = Irrigated Agriculture*. 2020;(2):13-16. (In Russ.).
10. Podkorytova AV, Vafina LH, Shashkina IA. Dietary therapeutic prophylactic products from kelp, presentand future. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoy kul'tury = Problems of balneology, physiotherapy and exercise therapy*. 2020;(93):115-118. (In Russ.).
11. Temnov MS, Androsova AA. Designing of chlorella vulgaris microalgae biomass technology cultivation with high lipids content. *Uspexi v ximii i ximicheskoy texnologii = Advances in chemistry and chemical technology*. 2015;XXIX(8):116-117. (In Russ.).
12. Kharitonova IB, Silantieva LA. Possibility of use of additives of a phyto genesis by manufacture of sourmilk products. *Processy` i apparaty` pishhevy`x proizvodstv` = Processes and food production equipment*. 2011;(2):222-226. (In Russ.).
13. Khramtsov AG, Pavlov VA, Nesterenko PG. Processing of milk whey: technological notebook. Moscow: SevKavGTU Publ.; 2003. 100 p. (In Russ.).
14. Shleikin AG, Barakova NV, Petrova MN, Danilov NP, Argymbaeva AE. The influence of sugar syrup, honey and cereals on the rheological properties of yogurt. *Processy` i apparaty` pishhevy`x proizvodstv` = Processes and food production equipment*. 2015;(2):24-33. (In Russ.).
15. Dvoretzky DS, Peshkova EV, Temnov MS. Experimental definition of technological modes of growth of biomass of a microalga Chlorella with the raised contents Lipids agricultural animals. Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products. 2014;(2):32-38. (In Russ.).

Вклад авторов. Алина А. Короткова: анализ результатов, подготовка окончательной версии статьи перед ее подачей для публикации, формулировка результатов исследования и выводов; Екатерина А. Сергеенко: обработка и анализ результатов, отбор и подготовка проб для лабораторных исследований, их проведение, подготовка рукописи и написание первой версии статьи; Валентина Н. Храмова: контроль проведения исследования на всех стадиях на базе Волгоградского государственного технического университета. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

Contribution of the authors: Alina A. Korotkova: analysis of the results, preparation of the final version of the article before submitting it for publication, formulation of the research results and conclusions; Ekaterina A. Sergeenko: processing and analysis of the results, selection and preparation of samples for laboratory studies, their conduct, preparation of the manuscript and writing the first version of the article; Valentina N. Khramova: control of the study at all stages based at Volgograd State Technical University. All authors participated equally in writing the manuscript and are responsible for plagiarism and self-plagiarism.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Сергеенко Екатерина Александровна – студентка, Волгоградский государственный технический университет, 400005, Россия, Волгоград, пр-т им. Ленина, 28; e-mail: ek.sergeenko@mail.ru;

Храмова Валентина Николаевна – декан факультета технологии пищевых производств, Волгоградский государственный технический университет; 400005, Россия, Волгоград, пр-т им. Ленина, 28; e-mail: hramova_vn@vstu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0062-3211>.

Information about the authors (except for the contact person):

Ekaterina A. Sergeenko – Student, Volgograd State Technical University, 28, Lenin Av., Volgograd, 400005, Russian Federation; e-mail: ek.sergeenko@mail.ru;

Valentina N. Khramova – Dean of the Faculty of Food Production Technologies, Volgograd State Technical University; 28, Lenin Av., Volgograd, 400005, Russian Federation; e-mail: hramova_vn@vstu.ru;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0062-3211>.

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted*: 28.09.2022;
Одобрена после рецензирования / *approved after reviewing*: 19.12.2022;
Принята к публикации / *accepted for publication*: 21.12.2022