



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК641.1/.3

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.01.011



НОВЫЙ ВИД МЯСНОГО ПРОДУКТА СО СПИРУЛИНОЙ

Надежда Павловна Шевченко¹, Марина Васильевна Каледина²,
Татьяна Сергеевна Павличенко³, Виктория Петровна Витковская⁴,
Людмила Викторовна Волощенко⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, Белгород, Россия

¹ Shevchenko_NP@bsaa.edu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4786-7432>

² Kaldina_MV@bsaa.edu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5835-996X>

³ Pavlichenko_TS@bsaa.edu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7116-158X>

⁴ Vitkovskaya_VP@bsaa.edu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1217-1862>

⁵ Volshenko_LV@bsaa.edu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1217-1862>

Аннотация. Актуальность проведения исследований представлена в соответствии с программой государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения и производства продуктов функциональной направленности. Целью данной работы являлось проведение оценки функционально-технологических свойств спирулины и разработка рецептуры мясного продукта, обогащенного спирулиной. В процессе научного исследования и решения необходимых задач использовались общепринятые ГОСТы, стандартные, стандартизированные и модифицированные методики. Объектом исследования стал порошок спирулины (ОРГТИМУМ), модельные фаршевые системы из свинины, мясные полуфабрикаты в тесте. При оценке функционально-технологических свойств спирулины были получены результаты химического состава порошка спирулины: массовая доля белка – 57 %, массовая доля жира – 7 %, массовая доля углеводов – 20 %. Также полученные результаты исследования показали важные в мясной промышленности свойства, которыми обладает данная добавка: водопоглощающая способность – 117,8 %, жиропоглощающая – 117,0 %, степень набухаемости – 177,6 %. При этом спирулина не имеет гелеобразующей и эмульгирующей способности. Добавление спирулины положительно сказывалось на сохранности образцов модельных фаршевых систем после термической обработки. Полученные данные подтверждают технологическую ценность данного ингредиента. В работе разработана рецептура мясных полуфабрикатов в тесте 7 вариантов процентного соотношения порошка спирулины. Наиболее высокие технологические, функциональные и органолептические свойства проявили полуфабрикаты по разработанной рецептуре с дозой внесения спирулины в начинку для мясных полуфабрикатов в тесте (пельменей) 1 %.

Ключевые слова: растительное сырье, спирулина, функционально-технологические свойства, функциональные мясные продукты, мясные полуфабрикаты.

Для цитирования: Новый вид мясного продукта со спирулиной / Н. П. Шевченко [и др.] // Ползуновский вестник. 2024. № 1, С. 84–91. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.01.011. EDN: <https://elibrary.ru/PSYIJM>.

Original article

A NEW TYPE OF MEAT PRODUCT WITH SPIRULINA

Nadezhda P. Shevchenko ¹, Marina V. Kaledina ², Tatiana S. Pavlichenko ³,
Victoria P. Vitkovskaya ⁴, Lyudmila V. Voloshchenko ⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, Belgorod, Russia

¹ Shevchenko_NP@bsaa.edu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4786-7432>

² Kaldina_MV@bsaa.edu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5835-996X>

³ Pavlichenko_TS@bsaa.edu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7116-158X>

⁴ Vitkovskaya_VP@bsaa.edu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1217-1862>

⁵ Volshenko_LV@bsaa.edu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1217-1862>

Abstract. The relevance of research is presented in accordance with the program of the state *politika*. The relevance of research is presented in accordance with the program of the state policy of the Russian Federation in the field of healthy nutrition of the population and the production of functional products. The purpose of this work was to evaluate the functional and technological properties of spirulina and to develop a recipe for a meat product enriched with spirulina. In the process of scientific research and solving the necessary tasks, generally accepted GOST standards, standard, standardized and modified methods were used. The object of the study was spirulina powder (ORGTIMUM), model minced pork systems, meat semi-finished products in the dough. When evaluating the functional and technological properties of spirulina, the results of the chemical composition of spirulina powder were obtained: the mass fraction of protein - 57%, the mass fraction of fat - 7%, the mass fraction of carbohydrates - 20%. The results of the study also showed important properties in the meat industry that this additive possesses: water-absorbing capacity - 117.8%, fat-absorbing capacity - 117.0%, the degree of swelling is 177.6%. At the same time, spirulina has no gel-forming and emulsifying ability. The addition of spirulina had a positive effect on the safety of samples of model minced pork systems after heat treatment. The data obtained confirms the technological value of this ingredient. The paper has developed a recipe for semi-finished meat products in the dough in 7 variants of the percentage ratio of spirulina powder. The highest technological, functional and organoleptic properties were shown by semi-finished products according to the developed recipe with a dose of spirulina in the filling for meat semi-finished products in the dough (dumplings) of 1%.

Keywords: vegetable raw materials, spirulina, functional and technological properties, functional meat products, meat semi-finished products.

For citation: Shevchenko, N.P., Kaledina, M.V., Pavlichenko, T.S., Vitkovskaya, V.P. & Voloshchenko, L.V. (2024). A new type of meat product with spirulina. *Polzunovskiy vestnik*, (1), 84-91. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2024.01.011. EDN: <https://elibrary.ru/PSYIJM>.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день часть рынка продуктов питания занимают продукты функционального назначения. И в последнее время интерес к этим продуктам проявляют не только ученые, но и рядовые граждане.

В качестве инновационного и нетрадиционного компонента для продуктов функционального питания могут быть предложены водоросли.

Spirulina platensis (сине-зеленые водоросли, род цианобактерий) обладает уникальной способностью накапливать питательные и биологически активные вещества. Многие виды спирулины легко усваиваются, обладают пребиотическим эффектом. К наиболее ценным макрокомпонентам этой

водоросли относят белок, содержание которого в сухом веществе составляет 60–70 г. По своим биологическим свойствам он превосходит даже мясной белок. Спирулина богата антиоксидантными и противовоспалительными веществами, в том числе каротином. *Spirulina platensis* – мощный антиоксидант, защищающий от атеросклероза и сердечно-сосудистых заболеваний. Она является ценным источником витаминов, минералов и микроэлементов. По сути, спирулина – это не просто водоросль, а биологически активная добавка к пище [1].

Некоторые исследования показали, что спирулина может быть использована в производстве продуктов питания в качестве биологически активной добавки.

Так, Люо А. и др. [2] в опытах по добав-

лению сине-зеленой водоросли в полуфабрикат «свинина по-китайски» установили, что образцы продукта, в состав которого входила спирулина, обладал выраженными антиоксидантными и антиокислительными свойствами. Авторы считают, что водоросль может заменить синтетические антиоксиданты в мясосопродуктах.

Дьюда-Чодак А. и его коллеги доказали, что спирулина обладает бактерицидным действием на многие виды бактерий и положительно влияет на срок хранения продуктов [3].

Парада Дж.Л. и др. [4] считают, что цианобактерии могут стимулировать рост и выживание пробиотических культур. В работе показана синергетическая связь между бактериями и «полезными» микроорганизмами.

Ученые кафедры «Технология хлеба и макаронных изделий» МГУПП провели исследования, в результате которого было установлено, что добавление спирулины оказывает положительное воздействие на гидрофильную фракцию хлебопекарного теста. Добавка также способствовала уменьшению очерствения хлеба [5].

Исследование Агаева И.А. и др. [6] показало, что водоросль повышает функциональность и технологические свойства мясного паштета. В целом улучшалось качество готового продукта.

В работе Баркала М. и др. [7] изучалось влияние водорослей на структуру и текстуру консервированных рыбных гамбургеров. Наилучшие вкусовые качества были у рыбных бургеров, в состав которых входила спирулина. Микроводоросли проявляли высокие водоудерживающие свойства, а также способность к удержанию жира. Введение в рецептуру спирулины увеличивало срок годности продукта.

Таким образом, анализ отечественной и зарубежной литературы показал, что спирулину можно использовать в качестве инновационного компонента для продуктов питания «нового поколения».

Цель работы – провести оценку функционально-технологических свойств спирулины и разработать рецептуру мясного полуфабриката, обогащенного спирулиной.

МЕТОДЫ

В процессе реализации задач эксперимента и определения характеристик объектов исследования использовались общепринятые ГОСТы, стандартные, стандартизированные и модифицированные методики, удовлетворяющие целям исследований. При возможно-

сти выбора предпочтение отдавалось инструментальным и автоматизированным методам исследований. Эксперимент был выполнен в трехкратной повторности. Погрешность измерений оценивали по нормальному закону распределения ошибок (закону Гаусса) определением среднеквадратичного отклонения усредненного результата от истинного значения.

Объекты исследования: порошок спирулины (ОРГТИМУМ), модельные фаршевые системы из свинины, мясные полуфабрикаты в тесте (пельмени).

Химический состав порошка спирулины: массовая доля белка – 57 %, массовая доля жира – 7 %, массовая доля углеводов – 20 %.

При проведении комплекса физико-химических исследований применялись следующие методы:

- определение массовой доли влаги и сухих веществ инфракрасным термогравиметрическим методом – на анализаторе влажности Эвлас-2М (Сибагроприбор, Россия);

- определение активной кислотности – на pH-метре/ионометре IPL-201 (MULTITEST "Semiko");

- химический состав образцов – на экспресс-анализаторе мяса DA 6200 NIR Analyzer (Perten Instruments);

- определение потерь при термической обработке – путем взвешивания готового и сырого продукта;

- определение влагоудерживающей способности (ВУС) – методом центрифугирования;

- определение эмульгирующей способности – методом диспергирования растительного жира с белковым раствором спирулины;

- определение водопоглощающей способности (ВПС) – путем отношения массы продукта после замачивания к массе продукта до замачивания в воде;

- исследование жиропоглощающей способности (ЖПС) – путем отношения массы продукта после замачивания к массе продукта до замачивания в жире;

- определение степени набухаемости – методом центрифугирования набухшего образца;

- определение гелеобразующей способности – по наличию геля в термообработанных гидратированных образцах;

- определение перекисного числа – по ГОСТ 34118-2017.

Исследования выполнены на базе лаборатории «Исследования сырья и продуктов животного происхождения» Белгородского ГАУ.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В производстве мясoproдуктов при применении новых добавок или видов сырья необходимо знать их функционально-технологические свойства (ФТС), чтобы достоверно прогнозировать поведение пищевых систем в процессе технологической обработки и получения готовой продукции, а также в процессах хранения конечного продукта.

При оценке ФТС спирулины выявлено, что водопоглощающая способность добавки составила 117,8 %, жиропоглощающая – 117,0 %, степень набухаемости – 177,6 %. При этом спирулина не имеет гелеобразующей и эмульгирующей способности (рис. 1).

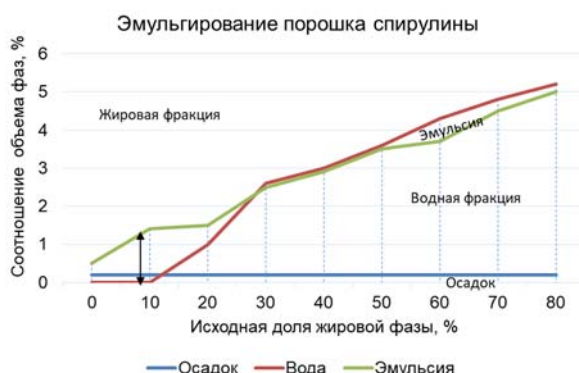


Рисунок 1 – Диаграмма соотношений фаз при оценке эмульгирующей способности спирулины

Figure 1 – Diagram of phase ratios in assessing the emulsifying ability of spirulina



Рисунок 2 – Качественные показатели модельных фаршевых систем из свинины со спирулиной

Figure 2 – Qualitative indicators of model minced pork systems with spirulina

Оценка влияния порошка спирулины на качественные показатели модельных фарше-

вых систем из свинины показала (рис. 2), что с увеличением дозы спирулины (1–5 %) повышается содержание белка и снижается содержание жира. При этом за счет некоторого снижения pH (с 6,21 до 5,5 ед.) при увеличении дозы спирулины свыше 3 % влагосвязывающая способность снижалась (рис. 3).

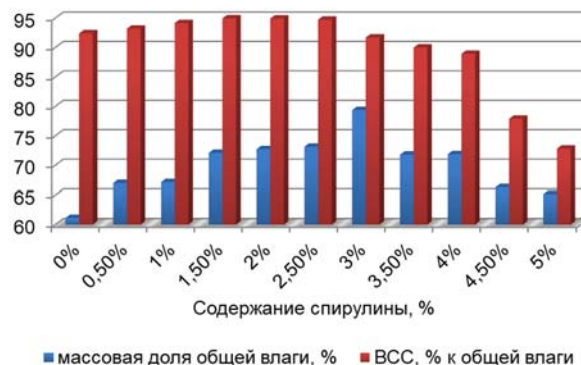


Рисунок 3 – Влагосвязывающая способность модельных фаршевых систем из свинины

Figure 3 – Moisture binding capacity of model minced pork systems

При хранении образцов модельных фаршевых систем при температуре 4–6 °С в течение 10 суток отмечено повышение перекисного числа, что свидетельствует об усилении окислительной порчи с дозой повышения вводимой добавки (рис. 4).

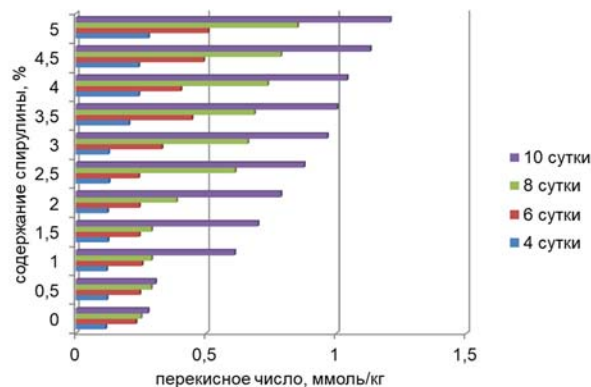


Рисунок 4 – Диаграмма зависимости изменения перекисного числа модельных фаршевых систем из свинины со спирулиной

Figure 4 – Diagram of the dependence of the change in the peroxide number of model minced pork systems with spirulina

Спирулина оказывала значительное влияние на органолептические показатели. Цвет изменялся от слабо-зеленого до изумрудного, консистенция при дозе внесения 3 % и более становилась более пластичной, усиливался рыбный запах.

Далее все изученные качественные показатели сырых образцов были оценены после тепловой обработки (варка в оболочке до температуры в центре 72 °С). Результаты представлены в таблице 1.

В образцах после тепловой обработки также характерно снижение массовой доли жира и повышение содержания белка. Причем значение показателя белка несколько выше, чем в сырых образцах из-за концентрирования сухих веществ в процессе тепловой обработки. Отмечено, что с повышением дозы спирулины снижаются потери и повы-

шается влагоудерживающая способность. Активная кислотность образцов находилась в пределах нормы, что позволяет предположить об устойчивости в процессе хранения. В свою очередь, значение перекисного числа в процессе хранения готовых образцов с повышением дозы спирулины снижалось. Через 10 суток хранения при дозе спирулины 3 % показатель перекисного числа был ниже более чем в 2 раза по сравнению с контролем, при дозе 5 % перекисное число в течение всего времени хранения составило 0,02±0,01 ммоль/кг.

Таблица 1 – Качественные показатели мясных фаршевых систем со спирулиной после варки (P 0,95, n = 3)

Table 1 – Recipes of experimental samples of meat semi-finished products with spirulina in the dough (P 0,95, n = 3)

Содержание спирулины, %	Массовая доля, %						Перекисное число, ммоль /кг через 10 суток	рН, ед.	ВУС, %	Потери тепловой обработки, %
	жира	влаги	белка	коллагена	зола	соли				
0	16,97	62,5	16,83	1,78	2,17	0,91	1,105	6,3	76,6	36,6
0,5	15,13	62,69	17,17	1,72	2,6	0,9	1,029	6,1	77,1	24,05
1	14,89	65,9	18,43	1,73	2,65	0,89	0,953	6,0	73,13	21,19
1,5	12,01	64,48	18,69	1,72	2,88	0,9	0,864	5,97	82,4	20,8
2	11,73	64,77	19,16	1,73	3,18	0,9	0,699	5,96	85,06	19,5
2,5	11,14	65,5	19,49	1,71	4,19	0,9	0,635	5,91	87,15	18,6
3	10,66	63,58	19,99	1,77	4,19	0,9	0,508	5,83	88,58	17,37
3,5	10,45	63,02	20,2	1,74	4,19	0,9	0,241	5,79	88,94	16,5
4	10,14	60,1	20,4	1,72	4,25	0,91	0,165	5,77	91,26	8,1
4,5	9,54	61,4	20,58	1,79	4,25	0,89	0,051	5,76	93,94	5,07
5	6,98	65,3	20,66	1,71	4,48	0,9	0,02	5,72	96,96	4,9

Оценка органолептических показателей образцов показала, что в образцах с содержанием спирулины от 3,5 % и выше появляются выраженный металлический привкус и запах водоросли. Цвет ярко-изумрудный, что сильно отталкивало дегустаторов при оценке изделия.

Далее было принято решение для практического использования потенциала спирулины в качестве экспериментального продукта выбрать полуфабрикаты в тесте – пельмени «Свинные» (ТУ 9214-042-13160604-03). Рецептуры опытных образцов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Рецептуры опытных образцов мясных полуфабрикатов в тесте

Table 2 – Recipes of experimental samples of meat semi-finished products in the dough

Наименование	Контроль	Образец 1 (1 %)	Образец 2 (2 %)	Образец 3 (3 %)
1	2	3	4	5
Сырье для фарша, кг, на 100 кг несоленого сырья				
Свинина жилованная жирная	83	83	83	83
Лук репчатый свежий очищенный	13	13	13	13
Сухой укроп	3	2	1	-
Спирулина	-	1	2	3
Яичный меланж для фарша	1	1	1	1
Итого сырье для фарша:	100	100	100	100

НОВЫЙ ВИД МЯСНОГО ПРОДУКТА СО СПИРУЛИНОЙ

Продолжение таблицы 2 / Table 2 cont.

1	2	3	4	5
Вода для фарша сверх рецептуры	20	20	20	20
Сырье для теста, кг, на 100 кг сырья				
Яичный меланж для теста	8	8	8	8
Мука пшеничная высшего сорта	72	72	72	72
Вода	20	20	20	20
Итого сырье для теста:	100	100	100	100
Добавки пряности и материалы, кг на 100 кг сырья				
Соль пищевая для фарша	1,5	1,5	1,5	1,5
Сахар белый	0,2	0,2	0,2	0,2
Перец душистый молотый	0,2	0,2	0,2	0,2
Мука на подсыпку	1	1	1	1

Полуфабрикат изготавливали по классической технологии, в базовой рецептуре производили замену сухого укропа на порошок спирулины от 0 до 3 %. Внешний вид готового продукта после варки представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Внешний вид образцов пельменей с внесением в фарш спирулины

Figure 5 – Appearance of dumplings samples with the addition of spirulina to the minced meat

Готовый продукт оценивали органолептически по 5 дескрипторам: вкус, цвет, запах, консистенция, внешний вид (рисунок 6).

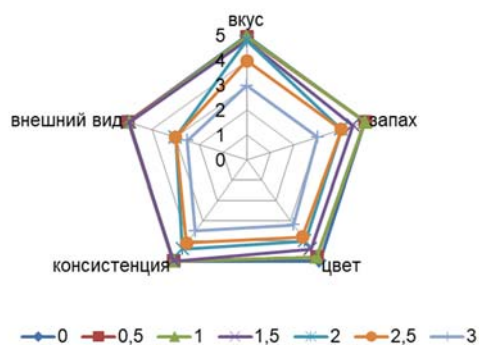


Рисунок 6 – Профиллограмма органолептической оценки

Figure 6 – Organoleptice valuation profile

Наиболее близким к контролю были образцы пельменей с дозой спирулины, не превышающей 1 %. С увеличением дозы спирулины

проявляется посторонний специфический запах и нетрадиционный цвет продукта.

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенная оценка функционально-технологических свойств спирулины выявила, что водоросль способна связывать и удерживать воду, что, по всей видимости, связано с наличием полисахаридов в ее структуре и белка [8–11]. Однако добавка не проявила свойства гелеобразователя и эмульгатора.

При внесении спирулины в модельные фаршевые системы увеличивалась массовая доля белка за счет высокой концентрации растительного белка в самой добавке (57 %), тогда как содержание жира закономерно снижалось. Однако при повышении дозы спирулины свыше 3 % снижалась влагосвязывающая способность мясных фаршевых систем. Возможно, это связано с тем, что в порошке спирулины весьма высокое содержание кальция и в среднем составляет 1315 мг/кг [12]. Значительное содержание кальция негативно отражается на ВСС модельных фаршевых систем. Кроме того, сдвигалось рН образцов к изоэлектрической точке белка, что также негативно сказывалось на ВСС и ВУС.

В сырых фаршах наличие спирулины вызывало более интенсивное окисление липидов. Предположительно из-за перемешивания фарша происходило аэрирование продукта и ряд компонентов спирулины в присутствии кислорода запускали процессы образования перекиси. Не последнюю роль играет и наличие в спирулине двухвалентного железа, которое быстро окисляется. Такой вывод сделан из следующих положений: многочисленные исследования подтверждают, что спирулина – источник легкоусвояемого железа [13, 14], а это возможно только в форме двухвалентного железа наподобие железа

гемоглобина крови. Кроме того, в самой спирулине содержатся полиненасыщенные жирные кислоты [15], концентрация которых увеличивается при повышении дозы вносимой добавки. После тепловой обработки железо переходит в трехвалентную форму. И далее процессы, тормозящие окислительную порчу, преобладают, в частности антиоксидантные свойства хлорофилла и других антиоксидантов спирулины [16], о чем свидетельствует динамика изменения перекисного числа в процессе хранения готового продукта.

Второй этап исследования по практическому использованию спирулины в мясопродуктах показал, что внесение добавки приводит к увеличению водосвязывающей и водоудерживающей способностей мясной начинки пельменей после термообработки, что связано с перераспределением влаги в структуре мышечного белка и белка спирулины, способного связать и удержать воду. Полученные данные по водородному показателю показывают, что в готовых продуктах показатель меняется незначительно, что тоже положительно сказалось на водосвязывающей, водоудерживающей способностях и сочности продукта.

Органолептическая оценка образцов показала, что максимально возможная доза внесения спирулины не более 1 %. В этом случае вареные пельмени имели приятный вкус и аромат, свойственный данному виду продукта. Фарш имел аромат лука, пряностей, без посторонних запахов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время большой интерес представляет возможность использования микроводорослей в технологии инновационных функциональных пищевых продуктов. Спирулина – уникальная водоросль, имеет огромный потенциал к использованию, связанный с наличием ряда биологически активных веществ. Оценка функционально-технологических свойств спирулины и возможности ее использования в мясных продуктах (пельменях) позволила сделать следующие выводы:

- водопоглощающая способность порошка составила 117,8 %, жиропоглощающая – 117,0 %, степень набухаемости – 177,6 %. При этом спирулина не имеет гелеобразующей и эмульгирующей способностей;

- в модельных фаршевых системах внесение порошка спирулины приводило к повышению общего содержания белка и снижению массовой доли жира;

- внесение порошка спирулины в модельные фаршевые системы из свинины до

3 % повышает связь влаги в образцах, однако свыше 3 % снижало ВСС;

- порошок спирулины в сырых фаршах из свинины ускорял процессы окислительной порчи;

- после тепловой обработки образцов с повышением дозы спирулины процесс окисления липидов замедляется;

- наиболее приемлемая доза внесения спирулины в начинку для мясных полуфабрикатов в тесте (пельменей) составила 1 %;

- была разработана рецептура нового вида мясного полуфабриката в тесте, обогащенного спирулиной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Galasso, C. & Gentile, A. & Orefice, I. [et al.]. (2019). Microalgal derivatives as potential nutraceutical and food supplements for human health: a focus on cancer prevention and interception // *Nutrients*. 2019; 11:1226.

2. Luo, A. & Feng, J. & Hu, B. [et al.]. (2018). *Arthrospira (Spirulina) platensis* extract improves oxidative stability and product quality of Chinese-style pork sausage / *J Appl Phycol*. 2018; 30:1667-1677 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1347-4>.

3. Duda-Chodak, A. (2013). Impact of water extracts of *Spirulina (WES)* on bacteria, yeasts and molds. *Acta Scientiarum polonorum // Technologia Alimentaria*. 2013;12(1):33-39.

4. Parada, J.L. & Zulpa de Caire, G. & Zaccaro de Mulé, M.C. & Storni de Cano, M.M. (2018). Lactic acid bacteria growth promoters from *Spirulina platensis* // *Int J Food Microbiol*. 2018;45:225-228. doi: 10.1016/S0168-1605(98)00151-274.

5. Belyavskaya, I.G. (2019). Scientific and practical fundamentals of bakery products technology with directed correction of nutritional value and antioxidant properties. Diss. for the degree of Doctor of Technical Sciences: 05.18.01. [Place of protection: Moscow State University of Food Production]. Moscow. (In Russ.).

6. Belyavskaya, I.G., Chernykh, V.Ya. & Grishina, L.N. (2012). Determination of antioxidant capacity of bakery products with spirulina. *Bread products*. (5). 46-47. (In Russ.).

7. Ageev, I.A., Mamaev, A.V. & Mamaeva, O.A. (2020). Functional and technological properties of liver paste with a protein complex of blue-green algae spirulina. In the collection: Actual problems of modern science: theory and practice. Materials of the International (correspondence) scientific and practical conference. Under the general editorship of A.I. Vostretsov. Neftekamsk. 161-165. (In Russ.).

8. Barkallah, M. & [et al.]. (2019). Effect of spirulina platensis biomass with high polysaccharides content on quality attributes of common carp (*Cyprinus carpio*) and common barbel (*Barbus barbus*) fish burgers // *Appl. Sci*. 2019;9:21-77.

9. Tom, M.M. & Bernaerts & Lore Geysen [et al.]. (2019). The potential of microalgae and their biopolymers as structuring ingredients in food: A review, *Bio-technol ADV*. 2019;37(8):107419. doi:10.1016.

10. Zugčić, T. & Abdelkebir, R. & Barba, F.J. & [et al.]. (2018). Effects of pulses and microalgal proteins on quality traits of beef patties. *J Food Sci Technol.* 2018;55(11):4544-4553. doi: 10.1007/s13197-018-3390-9.6.

11. Kurd, F. & Samavati, V. (2015). Water soluble polysaccharides from *Spirulina platensis*: Extraction and in vitro anti-cancer activity. *Int. J. Biol. Macromol.* 2015;74:498-506.

12. Rumyantseva, V.V., Khmeleva, E.V. & Zhizhina, L.A. (2018). Prospects of using microalgae spirulina. *Scientific Journal of ITMO Research University. The series "Processes and devices of food production".* № 3. 20-25. (In Russ.).

13. Anikin, S.S., Zabolotnov, V.A. & Rybalka, A.N. (2015). Prevention of anemia progression in pregnant women with the use of spirulina syrup "vitasprium". *Tauride Medico-Biological Bulletin.* 18(1). 7-10. (In Russ.).

14. Ghaeni, M. & Roomiani, L. (2016). Review for application and medicine effects of *Spirulina*, *Spirulina platensis* microalgae. *JOAAT.* 2016;3:114-117.

15. Handayania, N.A. & Ariyantib, D. & Hadiyanto, H. (2011). Potential Production of Polyunsaturated Fatty Acids from Microalgae. *Intern. J. Sci. Eng.* 2011;2:3-16.

16. Caporgno, M.P. & Mathys, A. (2018). Trends in microalgae incorporation into innovative food products with potential health benefits. *Front Nutr.* 2018;5:58. doi:10.3389/fnut.2018.00058.

Информация об авторах

Н. П. Шевченко – доцент, кандидат технических наук, технологический факультет, Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, Россия.

М. В. Каледина – доцент, кандидат технических наук, технологический факультет,

Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, Россия.

Т. С. Павличенко – технолог, аспирант технологического факультета, Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, Россия.

В. П. Витковская – преподаватель, кандидат сельскохозяйственных наук, технологический факультет, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, Россия.

Л. В. Волощенко – доцент, кандидат сельскохозяйственных наук, технологический факультет, Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, Россия.

Information about the authors

N.P. Shevchenko - associate professor, PhD in Technical Sciences, technological faculty Belgorod State Agricultural University named after V.Ya. Gorin, Russia.

M.V. Kaledina - associate professor, PhD in Technical Sciences, technological faculty Belgorod State Agricultural University named after V.Ya. Gorin, Russia.

T.S. Pavlichenko - technologist, postgraduate student, faculty of technology Belgorod State Agrarian University. V.Ya. Gorin, Russia.

V.P. Vitkovskaya - Lecturer, Candidate of Agricultural Sciences, Faculty of Technology Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, Russia.

L.V. Voloshchenko - Associate Professor, Candidate of Agricultural Sciences, Faculty of Technology. Belgorod State Agrarian University. V.Ya. Gorin, Russia.

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

Статья поступила в редакцию 5 июня 2023; одобрена после рецензирования 29 февраля 2024; принята к публикации 05 марта 2024.

The article was received by the editorial board on 5 June 2023; approved after editing on 29 Feb 2024; accepted for publication on 05 Mar 2024.