

Научная статья

УДК664.691/.694:664.863.813

DOI 10.24888/2541-7835-2024-32-49-57

ВЛИЯНИЕ СПИРУЛИНЫ И НАТУРАЛЬНОГО ТЫКВЕННОГО СОКА НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ХЛЕБНЫХ ПАЛОЧЕК

**Котельникова Марина Николаевна¹, Асадова Маргарита Григорьевна²,
Калужских Александр Геннадьевич³**

^{1,2}Курский Государственный Аграрный Университет, Курск, Россия

³Курский Юго-Западный Государственный Университет, Курск, Россия

¹marinaf_84@mail.ru

²margo-asadova2012@yandex.ru

³alex.kaluzhskih@yandex.ru

Аннотация. Производство продуктов питания с различными нетрадиционными добавками растительного и животного происхождения в настоящее время является актуальной задачей. Главной целью пищевого производства является не только удовлетворение потребности человека, но и улучшение пищевой и энергетической ценности продукта. Создание хлебобулочных изделий функционального, профилактического назначения, имеющих повышенную пищевую и биологическую ценность, – одно из приоритетных направлений развития в области производства пищевых продуктов. Значительное внимание уделяется использованию в хлебопечении нетрадиционных видов сырья, содержащих антиоксиданты, витамины, макро- и микроэлементы, которые имеют положительный эффект на здоровье человека. Однако добавление новых ингредиентов требует тщательного исследования их влияния на технологический процесс и потребительские свойства продукта, а также возможности решения с их помощью других проблем хлебопекарной отрасли. Цель работы – изучение возможности использования порошка водоросли спирулины в технологии приготовления хлебных палочек. Изучено воздействие таких добавок, как водоросль спирулина (в виде порошка) и тыквенного сока с мякотью на органолептические и физико-химические показатели качества хлебных палочек.

Ключевые слова: хлебные палочки, тыквенный сок, спирулина

Для цитирования: Котельникова М.Н., Асадова М.Г., Калужских А.Г. Влияние спирулины и натурального тыквенного сока на показатели качества хлебных палочек // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. №2(32). С. 49-57. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-49-57>.

Original article

THE EFFECT OF SPIRULINA AND NATURAL PUMPKIN JUICE ON THE QUALITY OF BREADSTICKS

Marina N. Kotelnikova¹, Margarita G. Asadova², Alexander G. Kaluzhskikh³

^{1,2}Kursk State Agrarian University, Kursk, Russia

³Kursk Southwestern State University, Kursk, Russia

¹marinaf_84@mail.ru

²margo-asadova2012@yandex.ru

³alex.kaluzhskih@yandex.ru

Abstract. The production of food products with various non-traditional additives of plant and animal origin is currently an urgent task. The main goal of food production is not only to meet human needs, but also to improve the nutritional and energy value of the product. The creation of bakery products for functional, preventive purposes, with increased nutritional and biological value, is one of the priority areas of development in the field of food production. Considerable attention is paid to the use of non-traditional types of raw materials in baking, containing antioxidants, vitamins, macro- and microelements and have a positive effect

on human health. However, the addition of new ingredients requires a thorough study of their impact on the technological process and consumer properties of the product, as well as the possibility of solving other problems of the baking industry with their help. The purpose of the work is to study the possibility of using spirulina algae powder in the technology of making breadsticks. The effect of additives such as spirulina algae (in powder form) and pumpkin juice with pulp on the organoleptic and physico-chemical quality indicators of breadsticks has been studied.

Keywords: breadsticks, pumpkin juice, spirulina

For citation: Kotelnikova M.N., Asadova M.G., Kaluzhskikh A.G. The effect of spirulina and natural pumpkin juice on the quality of breadsticks. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 2(32), pp. 49-57. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-49-57>.

Введение

Хлебные палочки представляют собой хрустящие и сухие изделия, которые бывают округлой формы, но различной толщины (8-12 мм) и длины (150-300 мм). По ГОСТ 28881-90 ширина готового изделия должна быть 150 мм и длина 200 мм. Данное изделие вырабатывается из дрожжевого теста с добавлением компонентов согласно рецептуре [2, 5].

Одним из наиболее важных преимуществ хлебных палочек перед другими хлебобулочными изделиями является длительный срок хранения и меньшая подверженность плесневению, что обусловлено низкой влажностью готового изделия. Если сравнивать хлебные палочки с обычным хлебом, можно отметить, что изделие лучше усваивается человеческим организмом. Это связано с тем, что хлебные палочки содержат меньше влаги, по сравнению с хлебом, и поэтому их намокаемость от слюны и желудочного сока выше. Хлебные палочки также являются весьма универсальным и распространенным продуктом, который можно употреблять в пищу с различными сырами, мясом, подавать к чаю или кофе, или же употреблять как самостоятельное блюдо [10].

Стоит обратить внимание, что если употреблять хлебные палочки в умеренном количестве, то вреда организму они не наносят. В том случае, когда есть желание обогатить режим питания различными полезными компонентами, следует в рацион включить хлебные палочки с различными добавками функционального назначения [5, 6].

В данной работе были изучены особенности производства хлебных палочек с пищевыми добавками. В качестве добавок применялись спирулина (в виде порошка) и тыквенный сок.

Следует отметить, что тыквенный сок способствует нормализации работы внутренних органов и улучшает общее физическое состояние организма. Витамин А, входящий в состав напитка, интенсифицирует процесс заживления порезов и ран, повышает тонус кожи, улучшает зрение и уменьшает вероятность появления и развития катаракты. В составе тыквы (в 100 г): белков – 1,1 г; жиров – 0,1 г; углеводов – 4,4 г; кроме того, в мякоти тыквы обнаружены клетчатка, соли калия, кальция, магния, железа; микроэлементы: медь, кобальт и др.; витамины С, В₁, В₂, В₅, Е, РР и каротиноиды. В тыкве содержание каротинов в 4-5 раз больше, чем в моркови. В организме человека они преобразуются в витамин А, который полезен для зрения, а также является мощным антиоксидантом [9].

Наибольшую популярность как биологически активная добавка в последние годы получила спирулина [1,2,4,5].

Спирулина (*Spirulina platensis*) – это нитчатая сине-зеленая микроводоросль, которая относится к ассоциирующим одноклеточным организмам, классифицированным в биологии как «Eubacteria». Эти микроорганизмы можно назвать биофабриками по производству белка, углеводов, аминокислот, витаминов, ферментов и всех других биохимических элементов, обеспечивающих функционирование живого организма [8]. Многие ученые отмечают, что спирулина по содержанию микроэлементов и витаминов может превосходить продукты как животного, так и растительного происхождения [2]. Так, по содержанию витамина А спирулина превосходит сливочное масло и сыр в 400 раз, яйца – в 1500 раз, творог и огурцы – в 2500 раз, молоко – в 10000 раз [10].

Витаминов группы В (В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₉, В₁₂) содержится в спирулине в 40-150 раз больше, чем в молоке, сыре, твороге, мясе, рыбе, яйцах, сливочном масле [2]. В 1 грамме спирулины витамина В₁₂ в усвояемой форме содержится больше, чем в 100 граммах говядины высшей категории, и в 300 раз больше, чем в свинине [10]. Витамин В₁₂, содержащийся в 1 грамме спирулины, эквивалентен содержанию в 1 л свежего парного молока [2]. В спирулине содержатся также витамины Е (токоферол), С, минеральные вещества и микроэлементы: калий, кальций, магний, цинк, марганец, фосфор, железо, микродозы йода, селена, редких металлов, что очень важно для организма человека [6, 7].

Только в спирулине и некоторых других сине-зеленых и красных водорослях содержатся такие ценные для здоровья человека соединения, как фикоцианин, стимулирующий работу иммунной системы, и гамма-линоленовая кислота, которая содержится в материнском молоке [5, 8].

Из полученного опыта исследований и проанализированной литературы по выбранной теме, можно сделать вывод, что применение спирулины и тыквенного сока позволит расширить ассортимент хлебобулочных изделий и обогатить классическую рецептуру хлебных палочек путём внесения этих добавок.

Цель исследования – оценить пользу применения спирулины и тыквенного сока при производстве хлебных палочек, а также их влияние на показатели качества готового продукта.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2020-2022 гг. в научно-исследовательской лаборатории на кафедре технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО Курский ГАУ.

В состав рецептуры хлебных палочек входили: мука высшего сорта, вода питьевая, дрожжи сухие, масло сливочное, сахар и соль поваренная. Рецептура контрольного и опытных образцов представлена в таблице 1.

В качестве контрольного был выбран образец, изготовленный в соответствии с классической рецептурой. В остальных опытных вариантах питьевая вода была заменена тыквенным соком и по вариантам опыта была внесена спирулина в различной концентрации, а именно: вариант № 1- 0,2%; вариант № 2- 0,4%; вариант № 3- 0,6%.

Таблица 1. Рецептура исследуемых образцов по вариантам опыта

Номер варианта, №	Рецептурные компоненты
Контроль	Мука – 200 г
	Вода питьевая – 88мл
	Дрожжи сухие – 4 г
	Сахар – 4 г
	Соль – 4 г
	Масло сливочное – 6 г
1	Мука – 199,6 г
	Спирулина – 0,4 г
	Тыквенный сок – 88 мл
	Дрожжи сухие – 4 г
	Сахар – 4 г.
	Соль – 4 г.
	Масло сливочное – 6 г

2	Мука – 199,2 г.
	Спирулина – 0,8 г
	Тыквенный сок – 88 мл
	Дрожжи сухие – 4 г
	Сахар – г
	Соль – 4 г
	Масло сливочное – 6 г
3	Мука – 198,8 г.
	Спирулина – 1,2 г.
	Тыквенный сок – 88 мл.
	Дрожжи сухие – 4 г
	Сахар – 4 г.
	Соль – 4 г.
	Масло сливочное – 6 г.

Оценка показателей качества была выполнена на 2 этапах: тестовых заготовок и уже готового продукта со строгим соблюдением методик определения показателей качества в соответствии с ГОСТ 28881-90 [3].

Результаты исследований и их обсуждение

Цвет тестовых заготовок с добавлением тыквенного сока и спирулины значительно отличался от контрольного образца. Из-за внесенных при замешивании тыквенного сока и спирулины тесто образцов 1-3 приобрело ярко-зеленое окрашивание, что обусловлено смешиванием пигментов хлорофилла и фикоцианина, содержащегося в спирулине и тыквенном соке, имеющего ярко-оранжевое окрашивание.

На рисунке 1 представлены сформованные образцы.



Рисунок 1. Сформованные образцы

Показатели влажности образцов теста немного отличались от контрольного образца (10%), влажность тестовых заготовок образцов № 1, 2, 3 была на 1; 1,5; 2 % больше соответственно. Такую разницу можно объяснить нормальной погрешностью во время проведения опыта.



Рисунок 2. Готовые образцы

Кислотность тестовых заготовок почти всех образцов кроме № 3 не превышала нормы, представленные в ГОСТ 28881-90 [3]. Кислотность контрольного образца была равна 2,0 °Т, кислотность образцов № 1, 2, 3 составила: 2,3; 2,5; и 3,0 °Т, соответственно. Кислотность образца № 1 выше контрольного на 0,3 °Т, а показатели образцов № 2 и № 3 больше контроля на 0,5 и 1 °Т соответственно. Повышение кислотности теста обусловлено увеличением концентрации спирулины в совокупности с тыквенным соком, активная кислотность которого составляет 5,8 °Т. Разница показателей качества тестовых заготовок отображена на рисунке 3.

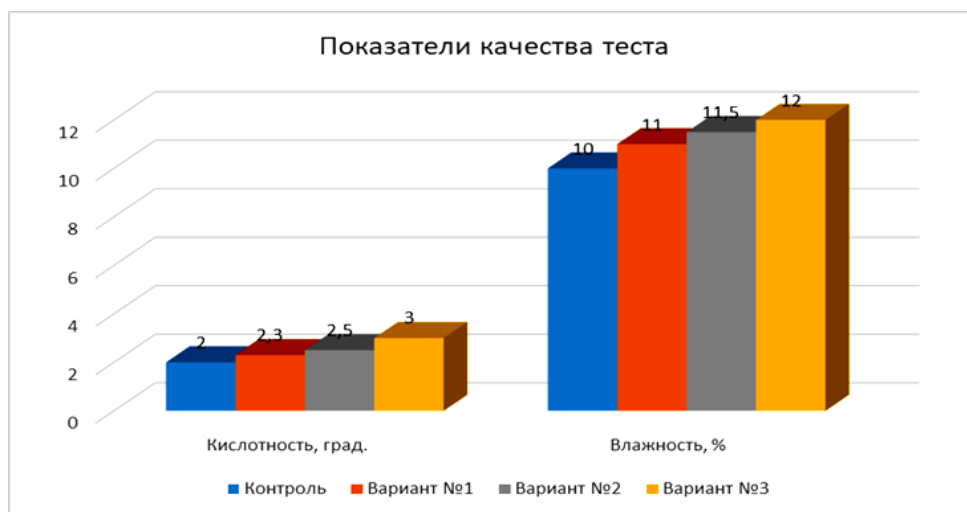


Рисунок 3. Оценка показателей качества тестовых заготовок

При проведении оценки качества готовых изделий были определены такие физико-химические показатели, как влажность и кислотность.

Влажность готовых образцов не должна превышать 10% в соответствии с ГОСТ 28881-90 [3]. В свою очередь влажность опытных образцов №1 и №2 не превышала установленные нормы, а влажность образца №3 была выше контрольного образца на 3%. Показатели влажности образцов под № 1 и № 2 в сравнении с контролем были больше на 1,5% и на 2% соответственно, что видно на рисунке 4.

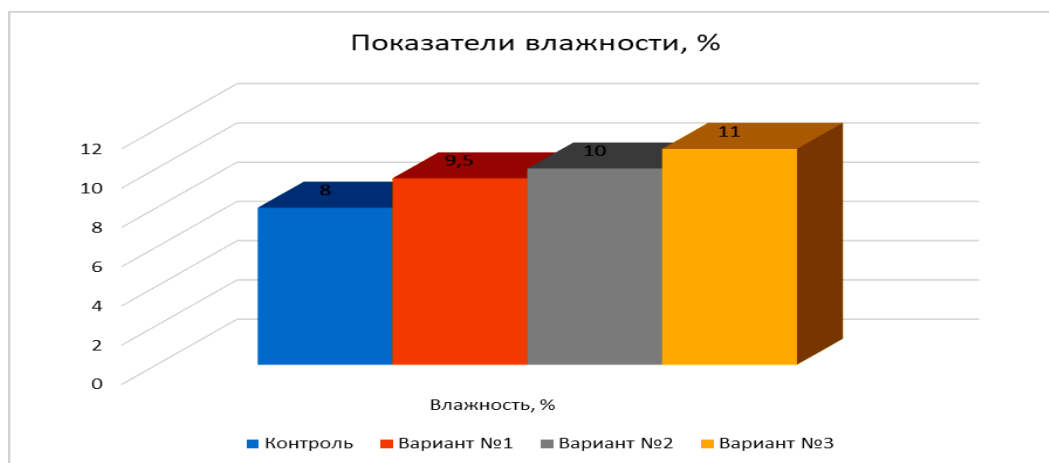


Рисунок 4. Показатели влажности готовых изделий

Разность показателей объясняется изначальной влажностью тестовых заготовок, а ещё ранее, влажностью компонентов, из которых была составлена сухая смесь для замешивания теста.

При определении кислотности готовых изделий (см. рис. 5) было установлено, что нормы кислотности, которые составляют $2,5^{\circ} \text{T}$, превысил образец №3, его показатель составил $2,8^{\circ} \text{T}$. В сравнении с контрольным образцом, кислотность образца №3 была выше на 1%, а показатель кислотности образцов №1 и №2 был больше в сравнении с контролем на 0,4% и 0,6%.

Данную разницу можно объяснить различной концентрацией спирулины в образцах, так как спирулина богата полезными кислотами, а также витаминами, одним из которых является витамин С.

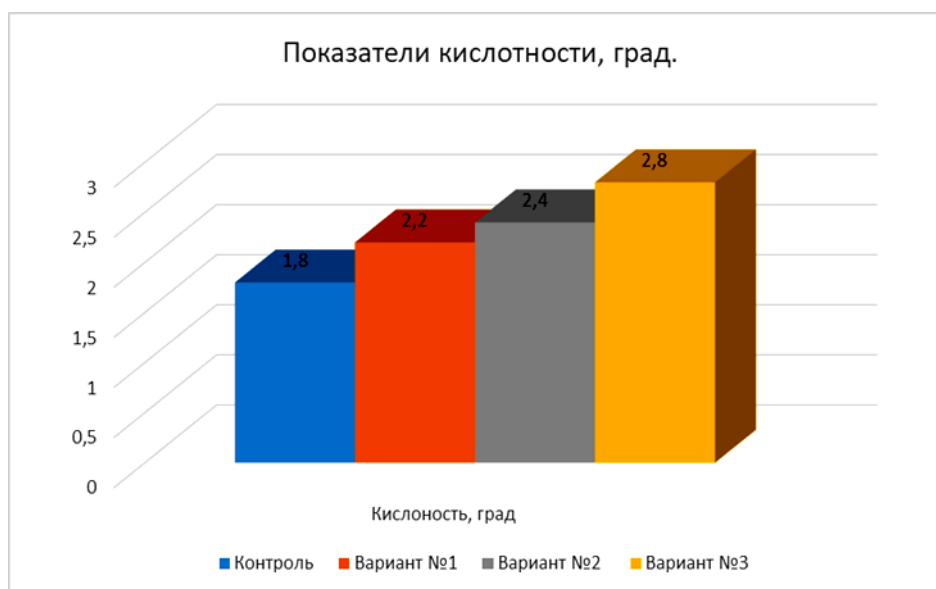


Рисунок 5. Показатели кислотности готовых изделий

При органолептической оценке (рис. 6) было отмечено, что опытные образцы в сравнении с контрольным образцом, изготовленным по классической рецептуре, имели значительные различия. Образцы имели приятный светло-зелёный цвет и сладковатый привкус.

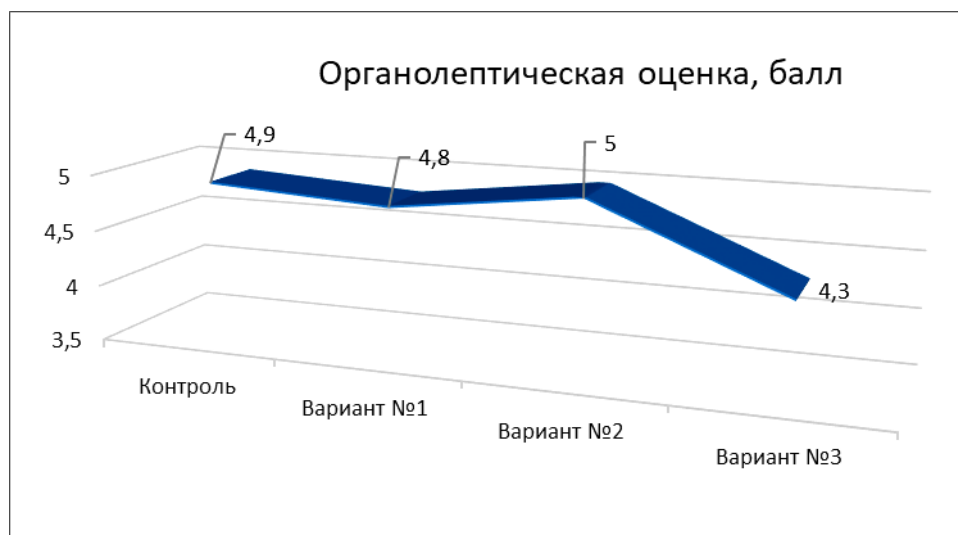


Рисунок 6. Органолептическая оценка готовых изделий

Форма готовых изделий соответствовала форме хлебных палочек. При разломе опытные образцы были разрыхленными, пропечены и не имели признаков непромеса. Стоит отметить, что у образца №3 был слишком выражен запах спирулины и имелся слегка йодный вкус. На рисунке 6 представлен график органолептической оценки, в баллах, уже готовых образцов.

Выводы

1. Тыквенный сок и микроводоросль спирулина оказывают значительное влияние на органолептические показатели хлебных палочек. При их внесении изменяется вкус и запах изделия, они становятся более приятными и ярко выраженными.

2. Отмечаем изменение физико-химических показателей готового изделия. Влажность тестовых заготовок образцов № 1, 2, 3 была на 1; 1,5; 2 % больше показателей контрольного образца, соответственно. Кислотность тестовых заготовок всех образцов кроме № 3 с концентрацией 0,6% спирулины не превышала нормы, представленные в ГОСТ 28881-90. Кислотность контрольного образца была равна 2,0°Т, кислотность образцов № 1, 2, 3 составила: 2,3; 2,5; и 3,0°Т, соответственно. Кислотность образца №1 с концентрацией 0,2% спирулины выше контрольного на 0,3°Т, а показатели образцов №2 с концентрацией 0,4% спирулины и №3 с концентрацией 0,6% спирулины больше контроля на 0,5 и 1°Т соответственно.

3. Наилучшим из опытных вариантов можно считать №2 (с концентрацией 0,4% спирулины). Все показатели качества данного образца не превышали нормы, представленные в ГОСТ 28881-90. Концентрация 0,4% спирулины является самой оптимальной, потому как она не оказывает отрицательного воздействия на органолептические и физико-химические показатели изделия.

4. Благодаря богатому химическому составу спирулины и тыквенного сока отмечается тенденция к повышению пищевой и энергетической ценности готового изделия.

Список источников

1. Акуленко Н.С. Результаты исследований основных физико-химических показателей микроводоросли *spirullina platensis* производства НПО «Биосоляр МГУ» МГУ им. М.В. Ломоносова / Н.С. Акуленко, И.В. Глебова // Материалы научных мероприятий, приуроченных к 15-летию Южного научного центра Российской академии наук: международный научный форум «Достижения академической науки на Юге России»; Международная молодежная научная конференция «Океанология в XXI веке: современные факты, модели, методы и средства» памяти члена-корреспондента РАН. Д.Г. Матишова; Всероссийская научная конференция «Аквакультура: мировой опыт и российские разработки». Федеральное агентство науч-

ных организаций; Российская академия наук; Южный научный центр Российской академии наук; Институт аридных зон ЮНЦ РАН; Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН. 2017. С. 454-456.

2. Глебова И.В., Грязнова О.А. Результаты исследования эффективности биологически активных комплексов *SPIRULINA PLATENSIS* L. / И.В. Глебова, О.А. Грязнова // Актуальные проблемы и инновационные технологии в отраслях АПК: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию Кабардино-Балкарского ГАУ. Нальчик, 2016. С. 31-35.

3. ГОСТ 28881-90. Палочки хлебные. Общие технические условия. Утверждён и введён в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 29.12.90 № 3736. 46 с.

4. Долгополова Н.В. Продукты растительного происхождения - главные носители минеральных веществ и витаминов / Н.В. Долгополова // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. Курск, 2009. С. 52-54.

5. Долгополова Н.В. Влияние рецептурных компонентов на показатели качества хлебобулочных изделий / Н.В. Долгополова, Т.А. Стужная, Е.В. Дедкова // Региональный вестник. 2016. №3 (4). С. 39-41.

6. Еникеев Р.Р. Использование функциональных добавок в хлебопечении / Р.Р. Еникеев, А.В. Зимичев, А.Г. Кашаев // Пищевая промышленность. 2009. № 28. С. 47-49.

7. Исследование возможности использования розмарина в технологии производства хлеба / А.Г. Калужских, Н.В. Долгополова, В.Д. Мухи, М.Н. Котельникова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2021. № 4. С. 25-31.

8. Кедик С.А. Спирулина пища XXI века / С.А. Кедик, Е.И. Ярцев, Н.В. Гульятеева. Москва: «Фарма Центр», 2006. 166 с.

9. Лекарственные свойства сельскохозяйственных растений / П.М. Корнилов, Г.В. Макаров, Н.Л. Налетько и др. / Под ред. М. И. Борисова, С. Я. Соколова. Минск: Ураджай, 1985. 272 с.

10. Хамельман Джеффи. Хлеб. Технология и рецептуры / Пер. с англ. О.П. Четвериковой. Санкт-Петербург: Профессия. 2012. 432с.

References

1. Akulenko N.S., Glebova I.V. The results of studies of the main physico-chemical parameters of the microalgae spirulina platensis produced by NPO Biosolar MSU Lomonosov Moscow State University. In the collection: Materials of scientific events dedicated to the 15th anniversary of the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences: the International Scientific Forum «Achievements of Academic Science in the South of Russia»; the International Youth Scientific Conference «Oceanology in the XXI century: modern facts, models, methods and means» in memory of Corresponding member of the Russian Academy of Sciences D.G. Matishov; the All-Russian scientific conference «Aquaculture: world experience and Russian developments». Federal Agency of Scientific Organizations; Russian Academy of Sciences; Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; Institute of Arid Zones of the UNC RAS; Institute of Socio-Economic and Humanitarian Studies of the UNC RAS, 2017, pp. 454-456.

2. Glebova I.V., Gryaznova O.A. Results of the study of the effectiveness of biologically active complexes *Spirulina Platensis* L. In the collection: Current problems and innovative technologies in the agro-industrial complex. Materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 35th anniversary of the Kabardino-Balkarian State University, 2016, pp. 31-35.

3. GOST 28881-90. Bread sticks. General technical conditions. Approved and put into effect by the Resolution of the USSR State Committee for Product Quality Management and Standards dated 29.12.90. No. 3736. 46 p.

4. Dolgopolova N.V. Products of plant origin – the main carriers of minerals and vitamins. In the collection: Agrarian science - agriculture. materials of the All-Russian scientific and practical conference. Responsible for the release of I.Y. Pigorev, 2009, pp. 52-54.

5. Dolgopolova N.V., Stuzhnaya T.A., Dedkova E.V. Regional Bulletin, 2016, no.3 (4), pp. 39-41.

6. Enikeev P.P., Zimichev A.B., Kashaev A.G. The use of functional additives in baking. The food industry, 2009, no. 28, pp. 47-49.

7. Investigation of the possibility of using rosemary in bread production technology. A.G. Kaluzhskikh, N.V. Dolgopolova, V.D. Mukhi, M.N. Kotelnikova. Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex – healthy food products, 2021, no. 4, pp. 25-31.

8. Kedik S.A., Yartsev E.I., Gulyaeva N.V. Spirulina of the 19th century. Moscow: «Pharma Center» Publ., 2006. 166 p.

9. Medicinal properties of agricultural plants. P.M. Kornilov, G.V. Makarov, N.L. Naletko etc. Edited by M. I. Borisov, S. Ya. Sokolov. Minsk: Urajai Publ., 1985. 272 p.

10. Hamelman Jeffi. Bread. Technology and formulations. Translated from the English by O.P. Chetverikova. St. Petersburg: Profession Publ., 2012. 432 p.

Информация об авторах

М.Н. Котельникова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции;

М.Г. Асадова – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции;

А.Г. Калужских – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры товароведения, технологии и экспертизы товаров.

Information about the authors

M.N. Kotelnikova – Candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of technology of production and processing of agricultural products.

M.G. Asadova – Candidate of biological sciences, associate professor, head of the department of technology of production and processing of agricultural products.

A.G. Kaluzhskikh – Candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of commodity science, technology and expertise of goods.