

Научная статья

УДК 664.66.014

DOI: 10.36718/1819-4036-2022-3-210-218

Надежда Николаевна Филонова¹, Мадина Карипулловна Садыгова^{2✉},
Зоя Ивановна Иванова³, Владимир Святославович Мавзовин⁴

^{1,2,3}Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, Саратов, Россия

⁴Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва, Россия

^{1,2,3,4}sadigova.madina@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ ПАЙЗОВОЙ МУКИ НА СОДЕРЖАНИЕ АНТИОКСИДАНТОВ В ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

Цель исследования – изучить влияние пайзовой муки на содержание антиоксидантов в хлебо-булочных изделиях. Задачи: определение содержания антиоксидантов в хлебобулочных изделиях с применением пайзовой муки амперометрическим способом; сравнение содержания антиоксидантов при различных способах приготовления теста. Исследование проводилось в учебной лаборатории по хлебопекарному и кондитерскому производству кафедры «Технологии продуктов питания», в лаборатории Воронежского ГУИТ. Объекты исследования – хлеб, хлебные палочки, хлебные шпакки, пайзовая мука. Предмет исследования – содержание в них антиоксидантов, измерения которых проводятся на приборе «Цвет Яуза-01-АА» по ТУ МЕКВ. 414538.001, амперометрическим способом. Данная методика заключается в измерении электрического тока, возникающего при окислении исследуемого вещества на поверхности рабочего электрода при определенном потенциале и сравнении полученного сигнала с сигналом стандарта (кверцетина), измеренного в тех же условиях. Содержание антиоксидантов в хлебе с увеличением содержания добавки до 20 % в рецептуре увеличилось на 28,6 %, в хлебных палочках при содержании добавки 15 % – на 16,6 %, а с увеличением содержания добавки до 20 % – в 2 раза; в хлебных шпакках при содержании добавки 15 % – на 25 %, а с увеличением содержания добавки до 20 % – в 3 раза. Пайзовая мука – перспективное сырье для обогащения антиоксидантами хлебобулочных изделий. Однако при биологическом способе разрыхления теста происходит больше потерь микронутриентов, что обусловлено более продолжительным технологическим процессом.

Ключевые слова: пайзовая мука, антиоксиданты, оксидативный стресс, амперометрический способ, кверцетин, хлебные палочки, хлебные шпакки

Для цитирования: Влияние пайзовой муки на содержание антиоксидантов в хлебобулочных изделиях / Н.Н. Филонова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2022. № 3. С. 210–218. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-3-210-218.

Nadezhda Nikolaevna Filonova¹, Madina Karipullova Sadigova^{2✉}, Zoya Ivanovna Ivanova³,
Vladimir Svyatoslavovich Mavzovin⁴

^{1,2,3}Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

⁴National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

^{1,2,3,4}sadigova.madina@yandex.ru

THE JAPANESE MILLET FLOUR EFFECT ON THE ANTIOXIDANTS CONTENT IN BAKERY PRODUCTS

The purpose of research is to study the effect of paize flour on the content of antioxidants in bakery products. Tasks: determination of the content of antioxidants in bakery products using paize flour by the amperometric method; comparison of the content of antioxidants in different methods of dough preparation. Research was carried out in the educational laboratory for baking and confectionery production of the

Department of Food Technology, in the laboratory of the Voronezh State University of Technology. The objects of study are bread, bread sticks, bread skewers, paize flour. The subject of the study is the content of antioxidants in them, the measurements of which are carried out on the device Tsvet Yauza-01-AA according to TU MEKV 414538.001, by amperometric method. This technique consists in measuring the electric current that occurs during the oxidation of the test substance on the surface of the working electrode at a certain potential and comparing the obtained signal with the signal of the standard (quercetin) measured under the same conditions. The content of antioxidants in bread with an increase in the content of the additive up to 20 % in the recipe increased by 28.6 %, in bread sticks with an additive content of 15 % – by 16.6 %, and with an increase in the content of the additive up to 20 % – 2 times; in bread skewers with an additive content of 15 % – by 25 %, and with an increase in the content of the additive to 20 % – by 3 times. Paize flour is a promising raw material for the enrichment of bakery products with antioxidants. However, with the biological method of loosening the dough, there is more loss of micronutrients, which is due to a longer technological process.

Keywords: *paize flour (Japanese millet), antioxidants, oxidative stress, amperometric method, quercetin, bread sticks, bread skewers*

For citation: *The japanese millet flour effect on the antioxidants content in bakery products / N.N. Filonova [at al.] // Bulliten KrasSAU. 2022;(3): 210–218. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-3-210-218.*

Введение. В стратегии научно-технологического развития РФ выделен такой большой вызов, как «угроза глобальных пандемий, увеличение риска появления новых и возврата исчезнувших инфекций» [1, 2]. Поэтому актуально в пищевой промышленности создание продуктов, обладающих лечебно-профилактическим эффектом. Эту проблему можно решить, если в технологии продуктов питания использовать функциональные ингредиенты [3–5].

Одним из функциональных ингредиентов являются антиоксиданты, которые выполняют «роль природного щита для организма». Попадая в организм, антиоксиданты отдают неполноценным молекулам и поврежденным клеткам свои электроны, не теряя при этом своей стабильности и активности.

Поэтому одним из направлений в области здорового питания является создание инновационных пищевых продуктов с антиоксидантными свойствами, что позволяет свести оксидативный стресс к минимуму или даже предотвратить «поломки» в организме человека, которые происходят в результате отрицательного действия свободных радикалов [2].

Перспективный источник природных антиоксидантов – сельскохозяйственная культура пайза. Селекция культуры ведется в Российском научно-исследовательском и проектно-технологическом институте сорго и кукурузы «Россорго» при участии ученых Саратовского аграрного университета. В рамках данного исследования было использовано зерно пайзы сорта Готика, выращенной в учебном хозяйстве Саратовского

ГАУ НПО «Поволжье», расположенном в Энгельском районе Саратовской области.

Пайза (японское просо, китайское просо, просянка), *Echinochloa frumentaceae* – принадлежит к группе просовидных культур семейства злаковых. Пайза по химическому составу и пищевой ценности близка к зерну чумизы и сорго сахарного, но значительно дешевле. Если сравнивать пайзу с самыми распространенными зерновыми – кукурузой, пшеницей, ячменем, то в ней «выше количество сырого протеина: на 4,6 % чем в кукурузе, на 2,1 % чем в пшенице, на 2,6 % чем в ячмене; сырого жира больше соответственно на 1,3; 2,1 и 2,1 %; сырой клетчатки – на 8,5; 8,0 и 5,2 %» [6]. Зерно пайзы покрыто плотной чешуей, что сложно удалить при размоле, поэтому наблюдается сравнительно высокий уровень клетчатки.

Как считает О.С. Башинская (2007), пайза – растение многопланового использования, т. е. можно возделывать на крупу, зерно, сенаж, зеленый корм и силос. Однако возделывание этой кормовой культуры не получило в нашей стране большого распространения. Но для устойчивого земледелия в экстремальных условиях, таких как засуха, засоление почв и другое, интерес к этим культурам увеличивается. На территории Саратовской области выращивают следующие сорта: Росита, Готика и Ода. Перспективность пайзы – это ее кормовое значение зеленой массы. Однако благодаря высокому содержанию белка и витаминов данную культуру перспективно применять при производстве хлебобулочных изделий [7].

В Амурской и Сахалинской областях, Хабаровском и Приморском краях, районах южной Азии пайза известна и возделывается уже давно. Считаем, что перспективно возделывание этой культуры в более влажных районах Средней Азии, Нижнего и Среднего Поволжья, в Закавказье, районах центральной черноземной и нечерноземной полос РФ. Весьма многообещающей она является в условиях орошаемого земледелия южных районов.

В Поволжье пайза возделывается на незначительной площади в двух областях. В Саратовской области на площади 50 га пайзу возделывают в ГПЗ «Еланский» (Самойловский район), 20 га – в АО «Кологривовское» (Татищевский район) и 20 га – в КФХ «Лосковое» (Калининский район). В Самарской области посевы пайзы ограничены площадью 200 га опытного хозяйства Поволжского НИИ селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова, в Тульской области в АО «Заря» (Киреевский район) – 44 га.

По результатам исследований О.С. Башинской (2007), при внедрении разработанных оптимальных норм высева, способов посева и доз минеральных удобрений обеспечивается в условиях Саратовского Правобережья получение урожайности семян пайзы на уровне 1,7–2,0 т/га и высококачественной зеленой массы – 32–36 т/га с экономическим эффектом условно чистым доходом 22,21–8,73 тыс. руб. с 1 га и уровнем рентабельности 435 % [7].

Пайза является экологически чистой культурой, а также практически не поражается болезнями и вредителями. Благодаря исследованиям, проводимым в Могилевском филиале РНИУП «Институт радиологии», доказано, что на загрязненных радионуклидами почвах целесообразна замена кукурузы на пайзу, так как она обладает невысоким уровнем накопления 137 цезия [6].

Результаты наших исследований доказывают безопасность сырья в соответствии с нормативными документами (табл. 1).

Таблица 1

Результаты исследования безопасности зерна пайзы [8]

Показатель	Результаты испытаний (измерений)	Погрешность измерений	Норма по НД	НД на методы испытаний
1	2	3	4	5
Радионуклиды, Бк/кг: цезий-137	Менее 3,0*	–	Не более 60	МУК 2.6.1.1194-2003
Токсичные элементы, мг/кг:				
свинец	0,183	±28 %	Не более 0,5	ФР. 1.31.2008.01733
кадмий	Менее 0,020**	–	Не более 0,1	ФР. 1.31.2008.01733
ртуть	Менее 0,002**	–	Не более 0,03	ФР. 1.31.2008.01730
мышьяк	Менее 0,002**	–	Не более 0,2	ФР. 1.31.2008.01730
Микотоксины, мг/кг:				
афлатоксин В1	Менее 0,003**	–	Не более 0,005	
Т-2 -токсин	Менее 0,05**	–	Не более 0,1	
Пестициды, мг/кг:				
ГХЦГ (α,β,γ-изомеры)	Менее 0,05**	–	Не более 0,5	МУ 2142-80
ДДТ и его метаболиты	Менее 0,02**	–	Не более 0,02	МУ 2142-80
2,4-Д кислота, ее соли и эфиры	Менее 0,3**	–		МУ 1541-76
Ртутьорганические пестициды (этилмеркурхлорид, метилмеркурхлорид)	Менее 0,05**	–		МУ 1218-75
Бенз(а)пирен, мг/кг	Менее 0,0005	–	Не более 0,001	МУ 1218-75
Зараженность вредителями хлебных запасов, экз/кг	Не обнаружено	–	Не допускается, кроме зараженности клещом не выше 20	ГОСТ 27559-87

1	2	3	4	5
Загрязненность вредителями хлебных запасов, экз/кг	Не обнаружено	–	Не более 15	ГОСТ 27559-87
Вредная примесь, %: спорынья и головня, горчак ползучий, софора лисохвостая, термопсис ланцетный (по совокупности); вязель разноцветный, гелиотроп опушенноплодный и триходесма седая	Не обнаружены	–	Не более 0,1 Не допускается	ГОСТ 27559-87

*Менее минимальной измеряемой активности радионуклида.

**Менее нижнего предела обнаружения по методике испытаний.

Профилактический эффект от применения природных антиоксидантов возможен только при регулярном их потреблении в составе пищевых продуктов, употребляемых ежедневно. Эффективно обогащать продукты массового спроса, как, например, хлебобулочные изделия.

Цель исследования – изучить влияние пайзовой муки на содержание антиоксидантов в хлебобулочных изделиях.

Задачи: определение содержания антиоксидантов в хлебобулочных изделиях с применением пайзовой муки амперометрическим спосо-

бом; сравнение содержание антиоксидантов при различных способах приготовления теста.

Объекты и методы. Исследование проводилось в учебной лаборатории по хлебопекарному и кондитерскому производству кафедры «Технологии продуктов питания», в лаборатории Воронежского ГУИТ.

Объекты исследования – хлеб, хлебные палочки, хлебные шпажки (табл. 2), пайзовая мука. Предмет исследования – содержание в них антиоксидантов.

Таблица 2

Варианты опыта

Хлебобулочное изделие	Вариант	Мука пшеничная хлебопекарная первого сорта, %	Пайзовая мука, %	Льняная мука, %	Подсолнечное масло	Тыквенное масло	Способ приготовления теста
Хлеб	Контроль-1	100	–	–	–	–	Безопарный, тесто дрожжевое
	2	85	15	–	–	–	
	3	80	15	5	–	–	
Хлебные палочки	Контроль-1	100	–	–	+	–	Пресное тесто
	2	85	15	–	–	+	
	3	80	20	–	–	+	
Хлебные шпажки	Контроль-1	100	–	–	+	–	Пресное тесто
	2	85	15	–	–	+	
	3	80	20	–	–	+	

Содержание антиоксидантов определяли на приборе «Цвет Яуза-01-АА» по ТУ МЕКВ 414538.001 амперометрическим способом. Данная методика заключается в измерении электрического тока, возникающего при окислении исследуемого вещества на поверхности рабочего электрода при определенном потенциале и сравнении полученного сигнала с сигналом стандарта (кверцетина), измеренного в тех же условиях [9].

дуюемого вещества на поверхности рабочего электрода при определенном потенциале и сравнении полученного сигнала с сигналом стандарта (кверцетина), измеренного в тех же условиях [9].

Результаты и их обсуждение. Ученые из Мичуринского ГАУ считают, что свежие и сушеные овощи и фрукты – главные поставщики веществ, предотвращающих окислительный стресс. Они предлагают их использовать в технологии ржано-пшеничного хлеба на закваске, в результате продукт получается с высокими функциональными свойствами [10].

По данным ученых Санкт-Петербургского политехнического университета, «сдобные хлебобулочные изделия имеют большую антиоксидантную способность, чем изделия улучшенной

рецептуры» [11]. Они отмечают, что «антиоксидантная способность обогащенных хлебобулочных изделий зависела не только от рецептуры, но и от используемых растительных порошков, в частности, красноплодная рябина > облепиха > мука из кедрового ореха > голубика. Корка обладала большей антиоксидантной способностью только в изделиях с голубикой, а у всех остальных антиоксидантная способность была выше у мякиша» [11].

По результатам данных исследований наблюдается обратная зависимость (табл. 3).

Таблица 3

Содержание антиоксидантов в изделиях

Хлебобулочное изделие	Образец	Площадь выходной кривой исследуемого образца S, см ²	Величина SA, Найденная по калибровочному графику, САгр., мг/дм ³	Содержание антиоксидантов, СА, мг/г
Хлеб	Контроль-1	2183,7648	5,29	0,05
	Образец 2	2240,9380	5,43	0,05
	Образец 3	3026,6101	7,39	0,07
Хлебные палочки	Контроль-1	2644,6057	6,44	0,06
	Образец 2	3118,4007	7,62	0,07
	Образец 3	5726,7640	14,14	0,13
Хлебные шпажки	Контроль-1	1805,4918	4,34	0,04
	Образец 2	2125,7146	5,14	0,05
	Образец 3	5466,3927	13,49	0,12

Влияние способа приготовления полуфабрикатов на содержание антиоксидантов в изделиях наглядно видно на рисунке 1, на рисун-

ках 2–4 различаются по высоте пики хроматограмм, особенно у хлеба (рис. 2).

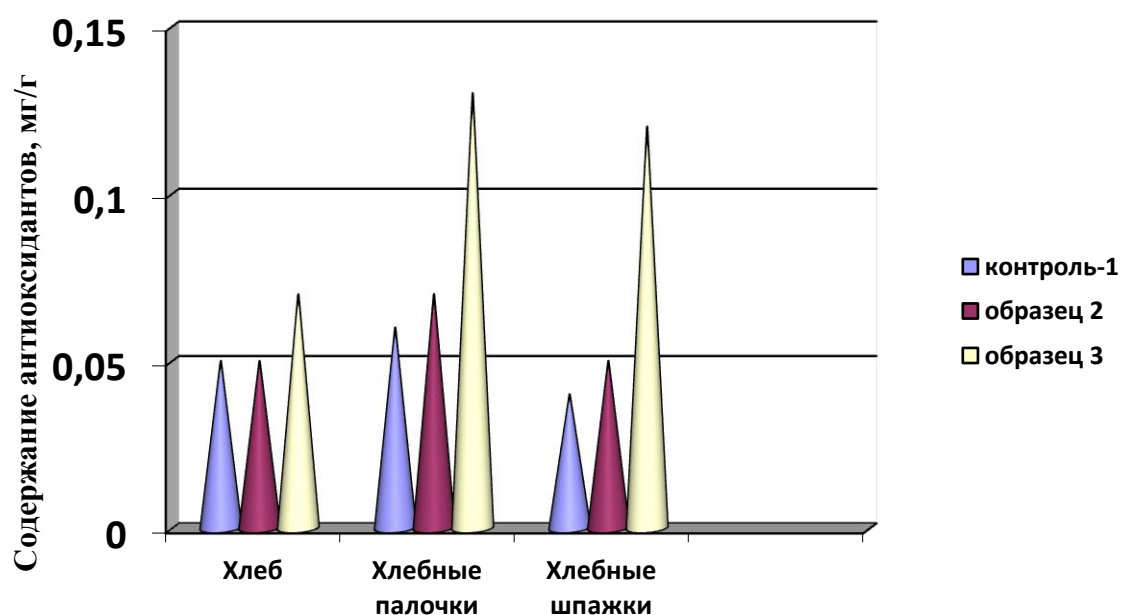


Рис. 1. Содержание антиоксидантов в изделиях

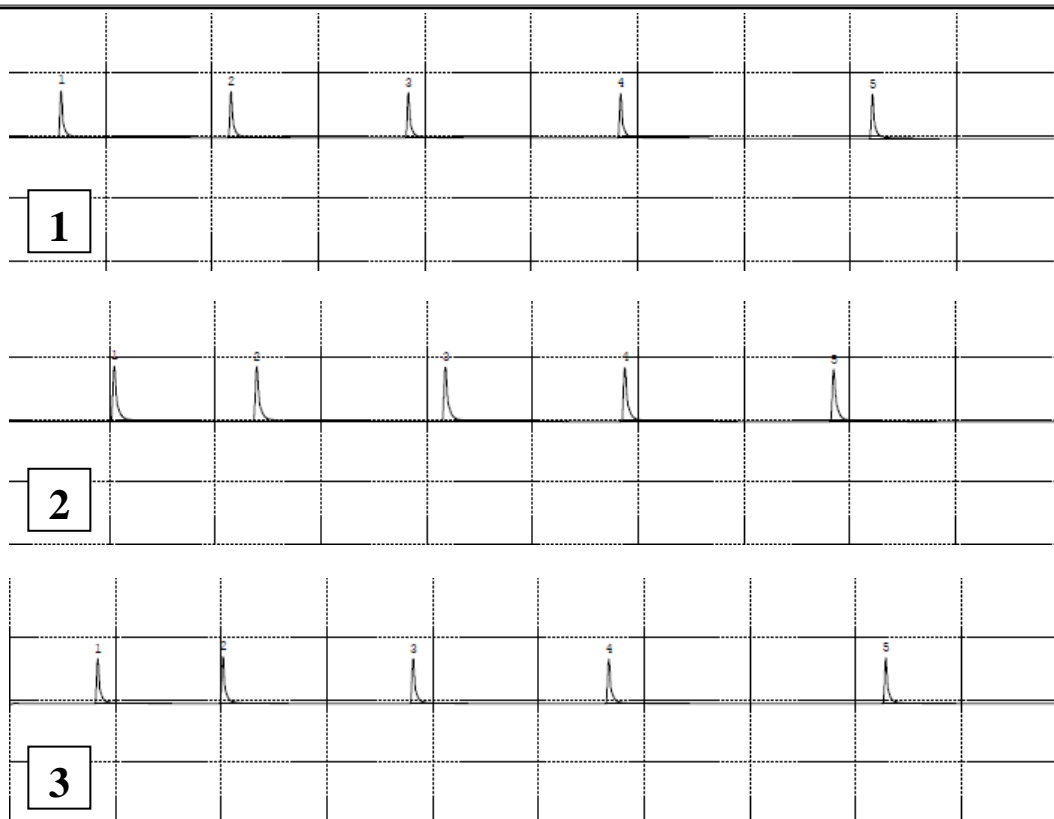


Рис. 2. Хроматограммы (хлеб)



Рис. 3. Хроматограммы (хлебные палочки)

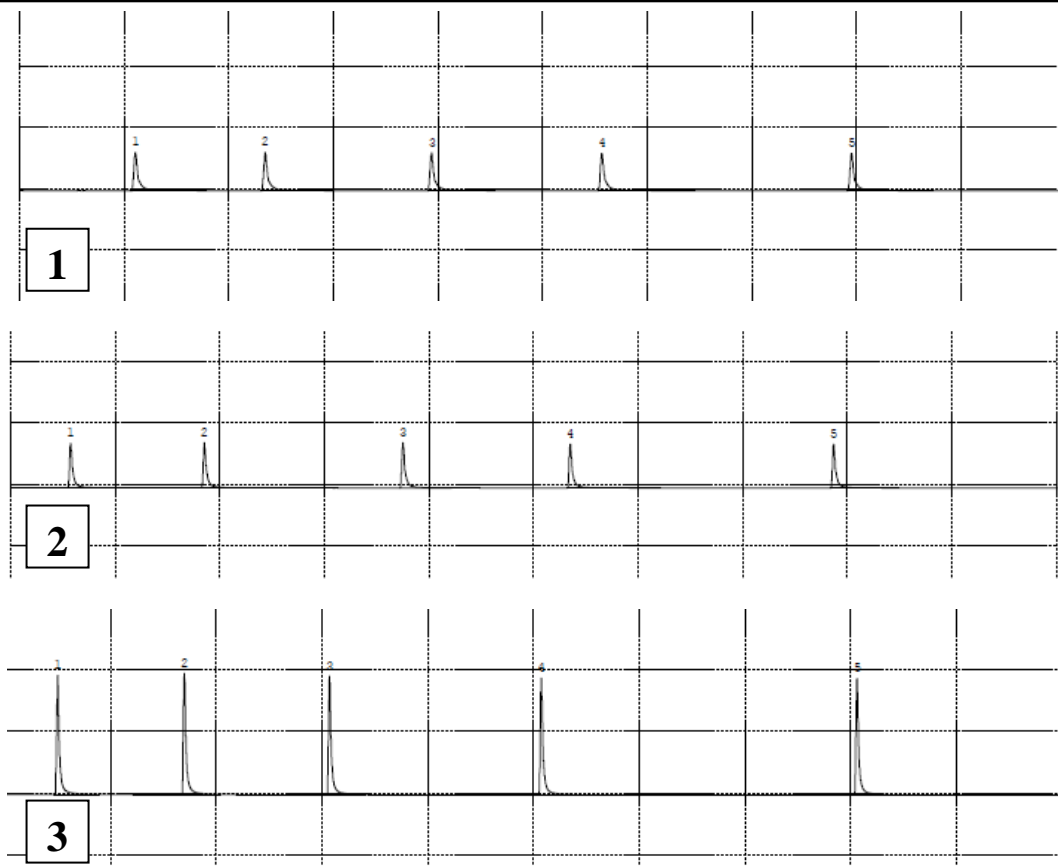


Рис. 4. Хроматограммы (хлебные шпajки)

Как видно из данных таблицы 3 и рисунка 1, содержание антиоксидантов в хлебе с увеличением содержания добавки в рецептуре увеличилось на 28,6 %, тогда как в хлебных палочках во 2-м образце – на 16,6 %, а в 3-м образце – в 2 раза, в хлебных шпajках во 2-м образце – на 25 %, а в 3-м образце – в 3 раза. Это обусловлено тем, что в составе зерна пайзы имеются такие антиоксиданты, как цинк, витамин Е.

Так как при изготовлении хлеба период технологических операций более продолжительный, поэтому наблюдалось больше потерь веществ-антиоксидантов.

Ученые из Первого Московского государственного медицинского университета, Кубанского медицинского университета, Ростовского медицинского университета считают, что «необходимо создание антиоксидантов, обладающих существенным тормозным влиянием на все аспекты биологической активности свободных радикалов, которые могут явиться как пусковым механизмом в развитии многих заболеваний, так и сопутствовать их течению» [12].

Поэтому выбор пайзы обусловлен тем, что расширяет ресурсный потенциал природных

источников антиоксидантов. Хлебобулочные изделия с пайзовой мукой можно рекомендовать для геродиетического питания, укрепления иммунной системы, снижения риска сердечно-сосудистых заболеваний.

Заключение. В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы: пайзовая мука – перспективное сырье для обогащения антиоксидантами хлебобулочных изделий, так как их количество увеличивается в опытных образцах в 2–3 раза по сравнению с контрольным образцом. При биологическом способе разрыхления теста больше потерь микронутриентов, что обусловлено более продолжительным технологическим процессом.

Список источников

1. Стратегия научно-технологического развития РФ: утверждена Указом Президента РФ от 1 декабря 2016 г № 642 // URL: <http://sntrf.ru> (дата обращения: 17.06.2019).
2. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года (утверждена Распоряжением Прави-

- тельства Российской Федерации от 29.06.2016 № 1364-р). URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/77732919> (дата обращения: 08.06.2020).
3. Кузнецова Л.И. Технологические решения переработки зерна чумизы: расширение ресурсного потенциала и ассортимента продуктов повышенной пищевой ценности: дис. ... канд. с.-х. наук / Л.И. Кузнецова. Мичуринск: МичГАУ, 2021. 114 с.
 4. Technology solutions in case of using chickpea flour in industrial bakery / M. Sadygova [et al.] // Scientific Study & Research Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry. № 19 (2). 2018. pp.169–180.
 5. Foxtail millet (*panicum italicum*) as a perspective raw material for the production of healthy products / M.K. Sadygova [et al.] // ERNÄHRUNG | NUTRITION. Vol. 42. 03/04 2019. P. 56–63.
 6. Возделывание просовидных культур в Республике Беларусь: монография / О.С. Корзун [и др.]. Гродно: ГГАУ, 2011. 189 с.
 7. Башинская О.С. Продуктивность пайзы в зависимости от основных элементов технологии возделывания на черноземах Саратовского Правобережья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Саратов, 2007. 25 с.
 8. Филонова Н.Н., Садыгова М.К., Яценко С.В. Разработка рецептуры хлеба с использованием пайзовой муки для повышения качества хлебобулочных изделий // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2019. № 1 (367). С. 30–34.
 9. Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Определение содержания природных антиоксидантов в пищевых продуктах и БАДах // Пищевая промышленность. 2007. № 5. С. 28–30.
 10. Применение функциональных добавок с высокой антиоксидантной активностью в технологии хлеба / К.В. Парусова [и др.] // Перспективы развития интенсивного садоводства: мат.-лы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. памяти ученого-садовода, д-ра с.-х. наук, проф., лауреата Государственной премии РФ, заслуженного деятеля науки РСФСР В.И. Будаговского. Мичуринск: БИС, 2016. С. 70–73.
 11. Нилова Л.П., Пилипенко Т.В., Малютенкова С.М. Обогащенные хлебобулочные изделия как источники водорастворимых антиоксидантов // В мире научных открытий. 2015. № 5 (65). С. 214–227.
 12. Антиоксиданты: классификация, фармако-терапевтические свойства, использование в практической медицине / С.А. Шахмарданава [и др.] // Журнал фундаментальной медицины и биологии. 2016. № 3. С. 4–12.

References

1. Strategiya nauchno-tehnologicheskogo razvitiya RF: utverzhdena Ukazom Prezidenta RF ot 1 dekabrya 2016 g № 642 // URL: <http://sntrf.ru> (data obrascheniya: 17.06.2019).
2. Strategiya povysheniya kachestva pischevoj produkcii v Rossijskoj Federacii do 2030 goda (utverzhdena Rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 29.06.2016 № 1364-р). URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/77732919> (data obrascheniya: 08.06.2020).
3. Kuznecova L.I. Tehnologicheskie resheniya pererabotki zerna chumizy: rasshirenie resursnogo potenciala i assortimenta produktov povyshennoj pischevoj cennosti: dis. kand. s.-h. nauk / L.I. Kuznecova. Michurinsk: MichGAU, 2021. 114 s.
4. Technology solutions in case of using chickpea flour in industrial bakery / M. Sadygova [et al.] // Scientific Study & Research Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry. № 19 (2). 2018. pp.169–180.
5. Foxtail millet (*panicum italicum*) as a perspective raw material for the production of healthy products / M.K. Sadygova [et al.] // ERNÄHRUNG | NUTRITION. Vol. 42. 03/04 2019. P. 56–63.
6. *Vozdelyvanie prosovidnyh kul'tur v Respublike Belarus'*: monografiya / O.S. Korzun [i dr.]. Grodno: GGAU, 2011. 189 s.
7. *Bashinskaya O.S. Produktivnost' pajzy v zavisimosti ot osnovnyh `elementov tehnologii vozdel'yvaniya na chernozemah Saratovskogo Pravoberezh'ya*: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk. Saratov, 2007. 25 s.
8. *Filonova N.N., Sadygova M.K., Yacenko S.V. Razrabotka receptury hleba s ispol'zovaniem pajzovoj muki dlya povysheniya kachestva hlebobulochnyh izdelij* // *Izvestiya vysshih*

- учебных заведений. Pischevaya tehnologiya. 2019. №1 (367). S. 30–34.
9. *Yashin A.Ya., Chernousova N.I.* Opredelenie sodержaniya prirodnyh antioksidantov v pischevyh produktah i BADAh // Pischevaya promyshlennost'. 2007. № 5. S. 28–30.
10. Primenenie funktsional'nyh dobavok s vysokoj antioksidantnoj aktivnost'yu v tehnologii hleba / *K.V. Parusova* [i dr.] // Perspektivy razvitiya intensivnogo sadovodstva: mat-ly Vseros. nauch.-prakt. konf., posvyasch. pamyati uchenogo-sadovoda, d-ra s.-h. nauk, prof., laureata Gosudarstvennoj premii RF, zaslu- zhenного deyatelya nauki RSFSR V.I. Budagovskogo. Michurinsk: BIS, 2016. S. 70–73.
11. *Nilova L.P., Pilipenko T.V., Malyutenkova C.M.* Obogaschennye hlebobulochnye izdeliya kak istochniki vodorastvorimyh antioksidantov // V mire nauchnyh otkrytij. 2015. № 5 (65). S. 214–227.
12. Antioksidanty: klassifikatsiya, farmakoterapevticheskie svoystva, ispol'zovanie v prakticheskoy medicine / *S.A. Shahmardanova* [i dr.] // Zhurnal fundamental'noj mediciny i biologii. 2016. № 3. S. 4–12.

Статья принята к публикации 08.02.2022 / The article accepted for publication 08.02.2022.

Информация об авторах:

Надежда Николаевна Филонова, аспирант

Мадина Карипулловна Садыгова, профессор кафедры технологии продуктов питания, доктор технических наук

Зоя Ивановна Иванова, доцент кафедры инженерной физики, электрооборудования и электротехнологий, кандидат педагогических наук

Владимир Святославович Мавзовин, доцент кафедры высшей математики, кандидат технических наук

Information about the authors:

Nadezhda Nikolaevna Filonova, Postgraduate

Madina Karipullova Sadigova, Professor at the Department of Food Technology, Doctor of Technical Sciences

Zoya Ivanovna Ivanova, Associate Professor at the Department of Engineering Physics, Electrical Equipment and Electrotechnologies, Candidate of Pedagogical Sciences

Vladimir Svyatoslavovich Mavzov, Associate Professor at the Department of Higher Mathematics, Candidate of Technical Sciences

