

УДК 664.64

DOI: 10.46548/21vek-2021-1054-0023

ИЗМЕНЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОГО СТАТУСА РЖАНО-ПШЕНИЧНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

© 2021

Давыденко Наталия Ивановна, доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры технологии и организации общественного питания
Кемеровский государственный университет
(650000, г. Кемерово, ул. Красная 6, e-mail: nat1861@yandex.ru)

Голуб Ольга Валентиновна, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник
отдела научных направлений комплексной переработки сельскохозяйственного сырья
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
(630501, Россия, р.п. Краснообск, e-mail: golubiza@rambler.ru)

Ульянова Галина Сергеевна, аспирант, кафедры технологии и организации общественного питания
Кемеровский государственный университет
(650000, г. Кемерово, ул. Красная 6, e-mail: ulyanova.galochka@bk.ru)

Аннотация. Вещества, обладающие антиоксидантной активностью в настоящее время являются обязательной составляющей здорового питания и их содержание характеризует ценность рационов наряду с витаминным и минеральным составом. В последнее время применение пряно-ароматического сырья рассматривается не только с точки зрения улучшения органолептических характеристик продуктов питания, но и в качестве способа повышения физиологической ценности пищевых продуктов для организма человека, придания им функциональных свойств. Цель исследований: оценка возможности использования пряно-ароматического сырья как источника антиоксидантов в производстве хлебобулочных изделий. Объект исследований – антиоксидантная активность пряно-ароматического сырья и продуктов с его использованием. На основании проведенных исследований можно констатировать, что пряно-ароматическое сырье по антиоксидантной активности можно проранжировать следующим образом: розмарин > кориандр > тмин > базилик. Использование пряно-ароматического сырья в традиционных количествах оказывает небольшое влияние на антиоксидантную активность ржано-пшеничного хлеба. Продукция, содержащая полуфабрикаты из розмарина и базилика обладают антиоксидантной активностью незначительно превышающей базовую – всего в 1,04 раза, при использовании тмина и кориандра – в 1,15 раза. Таким образом, применение полуфабрикатов из тмина, кориандра, розмарина и базилика в традиционных количествах при производстве ржано-пшеничного хлеба оказывает незначительное влияние на его антиоксидантный статус.

Ключевые слова: ржано-пшеничный хлеб, пряно-ароматическое сырьё, антиоксиданты, антиоксидантная активность.

ON THE USE OF AROMATIC RAW MATERIALS AS A SOURCE OF ANTIOXIDANTS IN THE RYE-WHEAT BREAD

© 2021

Davydenko Natalia Ivanovna, doctor of technical sciences, professor
Kemerovo State University

(Russia, 650000, Kemerovo, 6 Krasnaya str., e-mail: nat1861@yandex.ru)

Golub Olga Valentinovna, doctor of technical sciences, professor, chief researcher of the Department of Scientific
Directions of Complex Processing of Agricultural Raw Materials
Siberian Federal Scientific Center of Agro-Bio Technologies of the Russian Academy of Sciences
(630501, Krasnoobsk, Russia, e-mail: golubiza@rambler.ru)

Ulyanova Galina Sergeevna, post-graduate student
Kemerovo State University, Russia

(650000, Kemerovo, 6 Krasnaya str., e-mail: ulyanova.galochka@bk.ru)

Abstract. Substances with antioxidant activity are currently an essential component of a healthy diet and their content characterizes the value of diets along with vitamin and mineral composition. Recently, the use of spicy-aromatic raw materials is considered not only from the point of view of improving the organoleptic characteristics of food, but also as a way to increase the physiological value of food for the human body, giving them functional properties. The purpose of the research: to evaluate the possibility of using spicy-aromatic raw materials as a source of antioxidants in the production of bakery products. The object of research is the antioxidant activity of spicy-aromatic raw materials and products with its use. Based on the conducted studies, it can be stated that the spicy-aromatic raw materials can be ranked according to the antioxidant activity as follows: rosemary > coriander > cumin > basil. The use of spicy-aromatic raw materials in traditional quantities has a small effect on the antioxidant activity of rye-wheat bread. Products containing rosemary and basil have an antioxidant activity slightly higher than the base-only 1.04 times, when using cumin and coriander-1.15 times. Thus, the use of cumin, coriander, rosemary and basil in traditional quantities in the production of

rye-wheat bread has little effect on its antioxidant status.

Keywords: rye-wheat bread, spicy-aromatic raw materials, antioxidants, antioxidant activity.

Введение. Окислительный стресс, представляющий собой сбой антиоксидантной защитной системы организма человека, в последнее время считается одной из основных предпосылок возникновения целого ряда болезней «тысячелетия»: сердечно-сосудистых, онкопатологий, нейродегенеративных, других. Ведущая роль окислительному стрессу отводится и в запуске механизма преждевременного старения. В этой связи интерес к изучению возможных путей повышения резистентности организма к воздействию радикалов только растет, при этом питание рассматривается в качестве одного из факторов, оказывающих реальное влияние на решение вышеуказанной проблемы [1].

Вещества, обладающие антиоксидантной активностью (антиоксиданты) в настоящее время являются обязательной составляющей здорового питания и их содержание характеризует ценность рационов наряду с витаминным и минеральным составом. Существует даже понятие «антиоксидантная терапия», что подтверждает изменения отношения к питанию от «просто» источника энергии и необходимых для функционирования организма нутриентов до питания-«лекарство». Однако в настоящее время еще существуют не до конца исследованные аспекты, касающиеся биодоступности, норм потребления, метаболизма антиоксидантов [2, 3].

В настоящее время к антиоксидантам относят более 3000 соединений. Самыми эффективными антиоксидантами считаются полифенолы - вещества растительного происхождения. При этом к полифенолам относятся флавоноиды, фенольные кислоты, витамины и др., т.е. вещества различной химической природы, имеющие различные механизмы антирадикального воздействия.

Антиоксидантом нефенольной природы является селен, составной элемент некоторых ферментов и гормонов. Создание биоусвояемых форм селена в пищевых продуктах – одно из перспективных направлений исследований [4]. Имеются данные о синергетическом эффекте в комплексах селена с другими антиоксидантами [5].

С давних времен пряно-ароматическое сырьё добавляется в пищу в виде специй и пряностей с целью усовершенствования вкусовых свойств пищевых продуктов, как по отдельности, так и в различных сочетаниях. В последнее время применение пряно-ароматического сырья рассматривается не только с точки зрения улучшения органолептических характеристик продуктов питания, но и в качестве эффективного способа повышения физиологической ценности пищевых продуктов для организма человека, придания им функциональных свойств [3].

Известно, что многие виды пряно-ароматического сырья оказывают различные оздоровительные воздействия на организм человека: противовоспалительное, антисклеротическое, антиканцерогенное, ан-

тиаритмическое, антиревматоидное, антимутагенное, гастропротекторное, липидоснижающее, радиопротекторное, противоаллергическое, антималярийное и другое. Большинство функциональных свойств пряно-ароматического сырья напрямую связаны с тем, что оно является богатым источником антиоксидантов [3, 6].

В основном специи и пряности содержат антиоксиданты фенольной природы. При этом отдельными исследователями сообщается о более высокой антиоксидантной активности сушеных пряностей в сравнении со свежими пряными травами [7].

При разработке функциональных продуктов неспециализированного назначения одним из обязательных требований является массовость потребления – продукт должен быть доступным и привычным для потребления большинству потенциальных потребителей. Традиционно таким продуктом является хлеб, за счет которого обеспечивается поступление основных пищевых веществ, в том числе до 70 % потребности в растительном белке [8].

Следует отметить, что потребление хлеба мало зависит от социального статуса потребителей – продукт популярен у всех слоев населения. В последние годы наблюдается изменение структуры спроса на хлеб и хлебобулочные изделия – наблюдается сдвиг в сторону хлеба из ржаных сортов муки и низкосортных пшеничных сортов, а также цельнозернового, обладающих биологически ценным химическим составом. Ржаной хлеб, благодаря своим свойствам прекрасно вписывается в концепции правильного питания, в том числе и за рубежом [9, 10]. Это позволяет рассматривать хлеб в том числе и как источник антиоксидантов в рационе [11].

Имеются данные, подтверждающие положительное влияние потребления хлеба из ржаной обойной муки на показатели крови – уровень холестерина и липопротеидов [12].

Хлеб является достаточно нейтральным пищевым продуктом, что дает возможность вводить в его рецептуру достаточно широкий спектр нетрадиционного сырья и получать гармоничный в сенсорном отношении продукт с повышенной пищевой ценностью.

Активно применяются биологически активные добавки, монопрепараты дефицитных микронутриентов, а также их комплексы [13, 14].

Однако наиболее часто в качестве нетрадиционного ингредиента выступает разнообразное сырьё растительного происхождения [15, 16].

Органолептические особенности ржаного хлеба позволяют активно использовать плодородное сырьё, тем самым повышая антиоксидантный статус изделий [17].

Зачастую для получения адекватного количества антиоксидантов с пищевым продуктом его необходимо употребить в достаточно большом количестве. Существует необходимость поиска возможности получения

концентратов, имеющих высокую антиоксидантную активность. Это также позволит использовать их в качестве функциональных пищевых ингредиентов, в том числе при производстве хлеба. Например, в виде измельченных порошков и/или экстрактов [18-21].

В этой связи подбор технологических режимов получения экстрактов, позволяющих получить качественный продукт с сохранением антиоксидантной активности является перспективным направлением исследований [22]. Тем более, что многие исследователи отмечают, что антиоксидантная эффективность экстрактов их растительного сырья выше, чем синтетических антиоксидантов вне зависимости от растворителя [23].

Целью исследований является оценка возможности использования пряно-ароматического сырья как источника антиоксидантов в производстве хлебобулочных изделий.

Материалы и результаты исследования. Объект исследований – антиоксидантная активность пряно-ароматического сырья и продуктов с его использованием. Исследованию подвергалось пряно-ароматическое сырье, соответствующее по своим качественным характеристикам требованиям действующей нормативной документации: розмарин с массовой долей влаги 68% – ГОСТ 31791-2012 «Продукция и сырье эфиромасличное травянистое и цветочное. Технические условия»; тмин с массовой долей влаги 12% – ГОСТ 29056-91 «Пряности. Тмин. Технические условия»; кориандр с массовой долей влаги 12% – ГОСТ 29055-91 «Пряности. Кориандр. Технические условия»; базилик с массовой долей влаги 95% – ГОСТ Р 56562-2015 «Базилик свежий-зелень. Технические условия». Использование в данных исследованиях розмарина, тмина, кориандра, базилика и петрушки обусловлено как доступностью, так и высокой антиоксидантной активностью [23-26].

При изготовлении хлебобулочных изделий, в том числе хлеба, пряно-ароматическое сырье используется преимущественно с целью улучшения органолептических характеристик – путем отделки поверхности, использовании в виде заварок. Однако его введение также можно рассматривать и с точки зрения изменения физиологической ценности продукта.

На основании вышесказанного, основываясь на опыте собственных и сторонних исследований растительного сырья [25, 28] для достижения цели данной работы проводилось изготовление и оценивание антиоксидантных свойств полуфабрикатов из пряно-ароматического сырья, полученных методом мацерации – таким образом моделировали переход биологически активных веществ из сырья в тесто. В качестве растворителя при получении полуфабрикатов использовалась вода, другие растворители (этанол, глицерин и т.д.) могут даже в незначительном количестве оказывать отрицательное воздействие на течение основных процессов изготовления хлебобулочных изделий. Основные операции по изготовлению полуфабрикатов из пряно-ароматического сырья следующие: приготовле-

ние смеси – измельченное до 3-5 мм сырье заливается водой температурой 95-97°C в соотношении 1:10; мацерация смеси – при температуре 22±2°C в течение 2 – 24 ч (рис. 1 и 2).

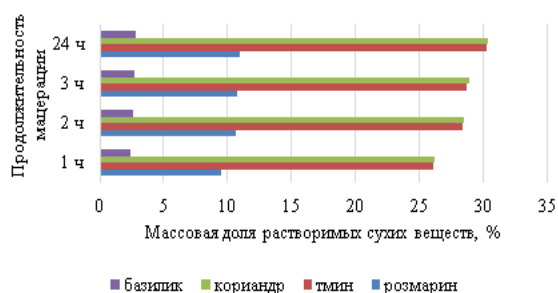


Рисунок 1 – Содержание растворимых сухих веществ в полуфабрикатах из пряно-ароматического сырья в зависимости от продолжительности мацерации, %

В исследуемых полуфабрикатах из пряно-ароматического сырья определяли содержание растворимых сухих веществ рефрактометрическим методом согласно ГОСТ ISO 2173-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ». Результаты исследований представлены на рисунке 1.

Из данных рисунка 1 видно, что проведение мацерации более 2 ч при вышеуказанных условиях не целесообразно, поскольку выход сухих веществ не превышает 33% от содержащегося в исследуемом пряно-ароматическом сырье.

Многие исследователи считают, что антиоксидантная активность пряно-ароматического сырья обуславливается содержанием в нем фенольных соединений (карнозола, розмариновой кислоты, гесперидина и пр.), эфирами, органическими кислотами, витаминами и другими нутриентами, зависит от растворителя, продолжительности мацерации и многих других факторов [23 - 26].

В исследуемых полуфабрикатах из пряно-ароматического сырья определяли антиоксидантную активность кулонометрическим методом на анализаторе «ЭКСПЕРТ-006 – Антиоксиданты». Результаты исследований представлены на рисунке 2.

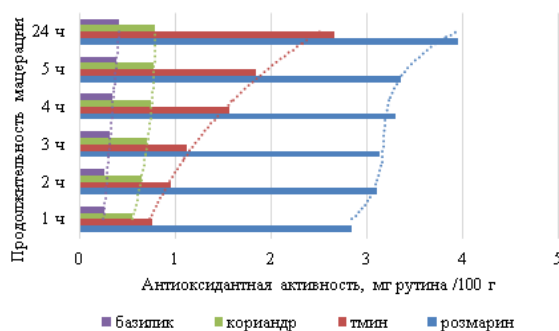


Рисунок 2 – Антиоксидантная активность полуфабрикатов из пряно-ароматического сырья в зависимости от продолжительности мацерации

Из данных рисунка 2 видно, что продолжитель-

ность мацерации оказывает прямое влияние на антиоксидантную активность полуфабрикатов из пряно-ароматического сырья. Однако характер процесса у различных видов сырья различается (y – антиоксидантная активность, мг рутина/100 г; x – продолжительность мацерации, ч):

Розмарин $y = 0,0287x^3 - 0,2686x^2 + 0,8648x + 2,2204$ ($R^2 = 0,9843$)

Тмин $y = 0,5763e0,2451x$ ($R^2 = 0,9877$)

Кориандр $y = -0,01x^2 + 0,1158x + 0,4508$ ($R^2 = 0,9949$)

Базилик $y = 0,0004x^2 + 0,0297x + 0,2242$ ($R^2 = 0,9722$)

У розмарина и тмина процесс мацерации водорастворимых антиоксидантов нарастает достаточно высокими темпами в течении всех исследуемых суток. В процессе мацерации под действием температуры происходит интенсификация биохимических процессов в полуфабрикате, которые приводят к образованию различных комплексов. Образованием новых комплексов можно объяснить высокую антиоксидантную активность полуфабриката из тмина после 24 ч мацерации – 2,7 мг рутина /100 г продукции. Стоит отметить, что экстракты розмарина на территории нашей страны, согласно ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств», разрешены к использованию в качестве пищевой добавки (E392) в качестве антиокислителя при изготовлении пищевой продукции. У базилика и кориандра после 3 ч мацерации антиоксидантная активность меняется незначительно.

Разница в изменении антиоксидантной активности исследуемых видов сырья возможно связана с химической природой веществ-антиоксидантов, характерных для каждого вида сырья, что требует дополнительного изучения. В целом, продолжительность мацерации пряно-ароматического сырья может составлять 2-24 ч и зависит, прежде всего, от используемого сырья/сочетания нескольких видов сырья и возможностей производства.

На основании проведенных исследований можно констатировать, что пряно-ароматическое сырье по антиоксидантной активности можно проранжировать следующим образом: розмарин > кориандр > тмин > базилик.

Далее проводили исследования влияния исследуемого пряно-ароматического сырья на антиоксидантный статус ржаных хлебобулочных изделий.

Традиционно при изготовлении ржаных хлебобулочных изделий применяются такие пряности, как кориандр и тмин в целом или измельченном видах. В последние годы отмечен интерес потребителей к хлебобулочным изделиям с нетрадиционными ароматом и вкусом, повышенными функциональными свойствами, что и послужило причиной расширения продукции с разными пряно-ароматическими добавками, в том числе с использованием розмарина и базилика [28, 29].

Проведены исследования по изучению возможного влияния исследуемых видов пряно-ароматического сырья и их сочетаний (кориандр + тмин и розмарин +

базилик) на антиоксидантный статус ржано-пшеничного хлеба, учитывая, что ржаная мука также обладает достаточно высоким содержанием антиоксидантных веществ. В качестве базовой (контроля) использовали традиционную рецептуру заварного ржано-пшеничного хлеба «Бородинский» без введения пряностей. Разработка рецептур с использованием комбинаций пряно-ароматического сырья (розмарина, тмина, кориандра и базилика) осуществлялась с применением метода фуйдперинга, базирующегося на принципе сочетаемости, поскольку пищевые продукты не употребляются изолированно, а, обычно, сочетаются в системы «пища – напитки» и/или «пища – пища» [30]. При этом количество пряно-ароматического компонента вводилось в количествах, предусмотренных базовой рецептурой

На рисунке 3 представлены результаты исследований по определению антиоксидантной активности полученных образцов хлебобулочной продукции.

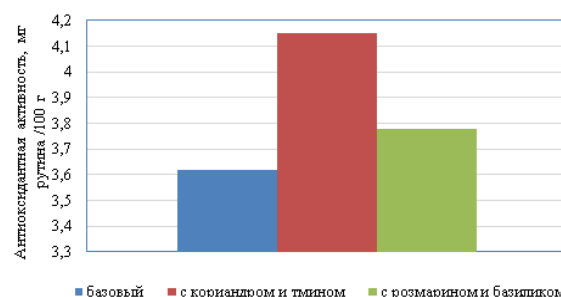


Рисунок 3 – Антиоксидантная активность ржано-пшеничного хлеба

Из данных рисунка 3 видно, что использование пряно-ароматического сырья в традиционных количествах оказывает незначительное влияние на антиоксидантную активность ржано-пшеничного хлеба. Продукция, содержащая розмарин и базилик, обладает антиоксидантной активностью незначительно превышающей базовую – всего в 1,04 раза, в то время, как при использовании тмина и кориандра – в 1,15 раза. Дальнейшие исследования показали, что увеличение количества вводимого пряно-ароматического сырья на 50-100 % не оказывало существенного влияния на физико-химические показатели, а также на внешний вид и состояние мякиша ржано-пшеничного хлеба, но значительно ухудшало его запах и вкус.

Заключение. Таким образом, применение тмина, кориандра, розмарина и базилика в традиционных количествах при производстве ржано-пшеничного хлеба оказывает незначительное влияние на его антиоксидантный статус. Однако считаем возможным продолжить исследования по созданию гармоничных сочетаний различных видов пряно-ароматического и других видов сырья, способных повысить антиоксидантную активность хлебобулочных изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Yang C.S., Ho C.-T., Zhang J. et al. Antioxidants: Differing meanings in food science and health science. Journal of agricultural and food chemistry, 2018, V. 66, Is. 12, pp. 3063-3068. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b04888>

org/10.1021/acs.jafc.7b05830

2. Яшин Я.И. Природные антиоксиданты - неотъемлемая часть здорового и полноценного питания. Проблемы антиоксидантной терапии // Я.И. Яшин, А.Я. Яшин, А.Н. Веденин // Вопросы питания. - 2014. - Т. 83. - № S3. - С. 39.

3. Антиоксидантная активность специй и их влияние на здоровье человека (обзор) // Я.И. Яшин, А.Н. Веденин, А.Я. Яшин, Б.В. Немзер // Сорбционные и хроматографические процессы. - 2017. - Т. 17. - № 6. - С. 954-969.

4. Davydenko N.I. and Mayurnikova L.A. On the possibility to grow high-selenium wheat in the kuznetsk basin. *Foods and Raw Materials*, 2014, V. 2, № 1, pp. 3-10.

5. Кацурба Т.В. Синергизм антиоксидантов с селеном в пищевой промышленности // Т.В. Кацурба, В.К. Гайда // Школа аспирантов: сб. статей Всерос. науч. конф.; г. Иркутск, сентябрь, 2017 г. - Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2017. - С. 52-58.

6. Антиоксиданты растительного генеза для мясной индустрии // Т.К. Каленик, Н.Г. Ли, А.В. Алешков, Е.В. Моткина // IV международный балтийский морской форум: мат. Межд. морского форума; г. Калининград, май, 2016 г. - Калининград: ОСП «Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота» ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», 2016. - С. 1355-1360.

7. Борисова А.В. Антиоксидантная активность in vitro пряностей, используемых в питании человека // А.В. Борисова, Н.В. Макарова // Вопросы питания. - 2016. - Т. 85. - № 3. - С. 120-125.

8. Соловьева Е.А. Разработка технологии хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием нетрадиционного сырья // Е.А. Соловьева, Д.А. Сьянов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2017. - Т. 79. - № 3 (73). - С. 104-108.

9. Клепикова С. Ржаной хлеб перестает быть исконно русским продуктом // Хлебопечение / Кондитерская сфера. - 2016. - № 3 (65). - С. 6-8.

10. Tran T., James M.N., Chambers D. et al. Lexicon development for the sensory description of rye bread. *Journal of Sensory Studies*, 2019, V. 34, Is. 1. <https://doi.org/10.1111/joss.12474>

11. Pathak D., Majumdar J., Raychaudhuri U and Chakraborty R. Dynamic role of natural antioxidant sources on different parameters of bread quality: a review. *Nutrafoods*, 2016, V. 15, pp. 163-178. DOI 10.17470/NF-016-1037-3

12. Влияние разных видов хлеба на биохимический состав крови и массу белых мышей // А.А. Ивановский, В.А. Сысуев, Е.Ю. Тимкина и др. // Достижения науки и техники АПК. - 2012. - № 6. - С. 65-67.

13. Tsykhanovska I., Evlash V., Alexandrov A. et al. Influence of the polyfunctional food supplement "Magnetofood" on the quality of the wheat-rye bread "Kharkiv Rodnichok" in the storage process. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2017, V. 5, Is. 11, pp. 61-70.

14. Давыденко Н.И. Разработка комплексной добавки для обогащения хлеба селеном и йодом // Техника и технология пищевых производств. - 2013. - № 1 (28). - С. 127-132.

15. Dubrovskaya N., Savkina O., Kuznetsova L. et al. Accelerated technology of rye bread with improved quality and increased nutritional value. *Agronomy research*, 2019, V. 17, S.Is. I, pp. 1299-1312. <https://doi.org/10.15159/ar.19.059>

16. Ermosh L. G., Priskhina N. V. and Nepomnyashchikh E. N. Use of powder *Helianthus tuberosus* L. in the production of frozen bread. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2020, V. 548, Is. 8. DOI:10.1088 / 1755-1315 / 421/2/022018

17. Sergieva S.U., Bagaeva T.V., Gabdukaeva L.Z. and Reshetnik O.A. Bakery product technology for treatment and preventive nutrition. *EurAsian Journal of BioSciences*, 2019, V. 13, Is. 2, pp. 1297-1301.

18. Tian Y., Pughan A., Alakomi H.-L. et al. Antioxidant and antibacterial activities of aqueous ethanol extracts of berries, leaves, and branches of berry plants. *Food Res. Int.*, 2018, V. 106, pp. 291-303.

19. Киселёва В. Экстракты розмарина - перспективы использования в качестве антиоксидантов // Пищевая индустрия. - 2017. - № 4 (34). - С. 46.

20. Lachowicz S., Swieca M. and Pejcz E. Improvement of Health-Promoting Functionality of Rye Bread by Fortification

with Free and Microencapsulated Powders from *Amelanchier alnifolia* Nutt. *Antioxidants*, 2020, V. 9, pp. 614. <https://doi.org/10.3390/antiox9070614>

21. Świeca M., Gawlik-Dziki U., Dziki D. and Baraniak B. Wheat bread enriched with green coffee — In vitro bioaccessibility and bioavailability of phenolics and antioxidant activity. *Food Chem.*, 2017, V. 221, pp. 1451-1457. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.11.006

22. Sepahpour S., Selamat J., Abdul Manap M.Y. et al. Comparative Analysis of Chemical Composition, Antioxidant Activity and Quantitative Characterization of Some Phenolic Compounds in Selected Herbs and Spices in Different Solvent Extraction Systems. *Molecules*, 2018, V. 23, pp. 402. <https://doi.org/10.3390/molecules23020402>

23. Nieto G., Ros G. and Castillo J. Antioxidant and antimicrobial properties of rosemary (*Rosmarinus officinalis*, L.): A Review. *Medicines*, 2018, V. 5, Is. 3, pp. 98. <https://doi.org/10.3390/medicines5030098>

24. Teofilović B., Grujić-Letić N., Goločorbin-Kon S. et al. Experimental and chemometric study of antioxidant capacity of basil (*Ocimum basilicum*) extracts // *Industrial Crops and Products*, 2017, V. 100, pp. 176-182. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.02.039>

25. Fatima T., Beenish, Naseer B. et al. Antioxidant potential and health benefits of cumin. *Journal of Medicinal Plants Studies* 2018, V. 6, Is. 2, pp. 232-236.

26. Palmieri S., Pellegrini M., Ricci A. et al. Chemical Composition and Antioxidant Activity of Thyme, Hemp and Coriander Extracts: A Comparison Study of Maceration, Soxhlet, UAE and RSLDE Techniques. *Foods*, 2020, V. 9, p. 1221. <https://doi.org/10.3390/foods9091221>

27. Миллер Ю.Ю. Применение экстракта *Aggrimonia eupatoria* L. для производства кваса // Ю.Ю. Миллер, О.В. Голуб, К.В. Захарова // Индустрия питания. - 2020. - Т. 5. - № 3. - С. 35-43. DOI: 10.29141/2500-1922-2020-5-3-4

28. Купцова Ю.Ю. Обогащение ржано-пшеничного хлеба CO₂-экстрактом розмарина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2012. - № 1. - С. 162

29. Raba D.N., Moigrădean D., Poiană M.-A. et al. Antioxidant capacity and polyphenols content for garlic and basil flavored bread. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 2007, V. 13, Is. 1, pp. 163-168.

30. Galmarini M.V. The role of sensory science in the evaluation of food pairing. *Current Opinion in Food Science*, 2020, V. 33, pp. 149-155. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.05.003>

Статья поступила в редакцию 21.04.2021

Статья принята к публикации 16.06.2021