

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕЛЕННОГО ЧАЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБОГАЩАЮЩИХ ПИЩЕВЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ

Н.В. Попова, И.В. Калинина, С.В. Павлова

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Питание населения является одним из важных факторов, определяющих здоровье и сохранение генофонда нации. В последние годы состояние здоровья населения характеризуется негативными тенденциями в части избыточного поступления жира при недостаточном поступлении полиненасыщенных жирных кислот, дефицита полноценного белка, большинства витаминов, минеральных веществ. В связи с этим, все более очевидна необходимость внесения корректив в технологии производства и рецептуры продуктов питания. В основу наших исследований легло изучение потенциала вторичных сырьевых ресурсов зеленого чая как функционального пищевого ингредиента, и оценка возможности их применения в технологии обогащения пищевых продуктов. Объектами исследования явились измельченный порошок предварительно заваренного и впоследствии высушенного чайного листа и экстракт из предварительно заваренного и впоследствии высушенного чайного листа. Результаты исследований показали, что в экстракте из вторичного чайного сырья содержание экстрактивных веществ в 2,5 раза, а дубильных веществ в 1,5 раза выше, чем в измельченном порошке вторичного чайного сырья, что, вероятно, связано с различными подходами к пробоподготовке исследуемых образцов. Содержание полифенолов в экстракте выше на 2,4 %, чем в сухом порошке, а содержание флавоноидов в измельченном порошке вторичного чайного сырья выше на 6,2 %, чем в экстракте из него. Антиоксидантная активность (АОА) вторичных сырьевых ресурсов чая представлена очень высокими значениями, сопоставляя которые можно отметить, что АОА экстракта на 21,5 % выше в сравнении с образцом 1 – порошком чая. Это указывает на тот факт, что АОА вторичных сырьевых ресурсов чая в большей степени обусловлено именно полифенолами. Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что вторичные ресурсы чайного сырья содержат значительное количество биологически активных веществ и могут рассматриваться в качестве перспективного пищевого ингредиента функциональной направленности.

Ключевые слова: функциональные продукты, зеленый чай, вторичные сырьевые ресурсы, антиоксидантная активность, обогащённые пищевые системы.

Введение

Питание населения является одним из важных факторов, определяющих здоровье и сохранение генофонда нации. Рациональное питание обеспечивает нормальный рост и развитие организма, способствует профилактике заболеваний, продлению жизни, созданию условий для повышения способности организма противостоять неблагоприятным воздействиям окружающей среды.

В последние годы состояние здоровья населения характеризуется негативными тенденциями. У большинства населения России выявлены нарушения полноценного питания: избыточное поступление жира при недостаточном поступлении полиненасыщенных жирных кислот, дефицит полноценного белка, большинства витаминов, минеральных веществ (кальция, железа, йода), выраженный дефицит пищевых волокон [9].

Становится очевидным, что состав производимых на сегодняшний день продуктов питания требует внесения корректив. Определены основные направления государственной политики в области здорового питания населения: совершенствование биотехнологических процессов переработки хозяйственного сырья, включая получение новых видов пищевых продуктов общего и специального назначения с использованием ферментных препаратов и биологически активных веществ (БАВ), улучшение структуры питания за счет увеличения доли продуктов массового потребления с высокой пищевой и биологической ценностью, в том числе на 20–30 % продуктов, обогащенных витаминами и минеральными веществами.

Во многих странах мира широкомасштабные программы по оздоровлению населения решаются через продукты повседневного

спроса, например, хлеб и хлебопродукты. В России хлеб является традиционным продуктом питания, поэтому повышением пищевой ценности именно этой группы товаров занимаются в настоящее время многие предприятия. Сегодня хлебобулочные изделия активно обогащаются зерновыми продуктами, содержащими большое количество пищевых волокон, экструзионной мукой (ячменной, гречневой, пшеничной, рисовой, кукурузной), для повышения содержания белка используют добавки из сои, амаранта, нута, люпина, чечевицы, гороха, фасоли [1–3].

Кроме зернопродуктов также особую популярность имеют добавки из плодово-ягодного и овощного сырья, способствующие повышению пищевой ценности и ускорению технологического процесса за счет положительного влияния на бродильную активность дрожжей. Кроме яблок используют для обогащения хлебобулочных изделий арбузный пектин, порошок из красноплодной рябины, боярышник, шиповник, порошок из кожуры и семян винограда, облепиховый шрот, кедровую муку и грецкий орех. Среди овощных добавок используют порошки из моркови, тыквы, сладкого перца, пряности куркумы, топинамбура, пюре из тыквы [4–8].

В настоящее время ведутся поиски новых источников растительного сырья, в которых полезные вещества присутствуют в высоких концентрациях.

Среди возможных направлений получения пищевых ингредиентов – использование зеленого чая и продуктов его переработки. Полезные свойства зеленого чая хорошо известны и обусловлены наличием в его составе биологически активных веществ, таких как полифенольные соединения, алкалоиды, витамины, минеральные вещества, органические кислоты, эфирные масла и др. Благодаря такому уникальному химическому составу зеленый чай обладает разнообразными биологическими свойствами – антиоксидантными, гипохолестеринемическими, антигипертензивными, антипролиферативными и др. [10–13].

Рядом исследований установлено, что в раствор чая при первом заваривании экстрагируется чуть более половины полезных веществ, находящихся в чайном листе. Только теин вымывается практически полностью после пятого заваривания. Остальные вещества в том или ином количестве остаются в «спитом» чае. Такие результаты указывают на то,

что вторичные ресурсы переработки чая все еще могут являться ценным источником биологически активных веществ.

Кроме того, использование вторичного чайного сырья, которое является частью органических отходов, в качестве функционального пищевого ингредиента укладывается в концепцию ресурсосберегающих технологий, сформированную в государственных документах. Изучение потенциала вторичных сырьевых ресурсов зеленого чая как функционального пищевого ингредиента и оценка возможности их применения в технологии обогащения пищевых продуктов легло в основу наших исследований [14–16].

Целью наших исследований явилось изучение возможности и обоснование целесообразности применения вторичных продуктов переработки зеленого чая для создания обогащающих пищевых ингредиентов.

Объекты и методы исследований

Вторичное чайное сырье оценивалось по показателям: содержание экстрактивных веществ; содержание дубильных веществ (танина); содержание полифенолов; содержание флавоноидов; АОА (антиоксидантная активность, DPPH).

Объектами исследования явились следующие образцы:

1. Измельченный порошок предварительно заваренного и впоследствии высушенного чайного листа (вторичное чайное сырье).

2. Экстракт из предварительно заваренного и впоследствии высушенного чайного листа, полученный путем мацерации в дистиллированной воде в гидромодуле 1:20 в течение 10 мин (экстракт из вторичного чайного сырья).

Определение содержания экстрактивных веществ проводилось по ГОСТ Р ИСО 9768-2011.

Определение дубильных веществ чайным сырьем проводили методом титрования перманганатом калия в присутствии серной кислоты при индикаторе индигокармине. Метод основан на окислении чайного танина и образовании золотисто-розового окрашивания.

Общее содержание полифенолов в экстрактах измеряли по методу Синглтона и Росси с использованием реагента Фолина-Чавальтеу.

Метод определения количественного содержания флавоноидов основан на определении оптической плотности раствора анализи-

Пищевые ингредиенты, сырье и материалы

руемых веществ при определенной длине волны (420 нм). Анализ проводили по Фармокопее XIII с применением хлорида алюминия.

Общая антиоксидантная (антирадикальная) активность определялась методом DPPH (%) по модификации. DPPH является стабильным свободно-радикальным соединением, которое широко используется в анализах для оценки способности антиоксидантов поглощать радикалы.

Результаты и их обсуждение

Результаты оценки содержания экстрактивных и дубильных веществ в исследуемых образцах приведены на рис. 1.

Исследования показали, что в образце 2 содержание экстрактивных веществ в 2,5 раза выше, чем в образце 1, а дубильных веществ в 1,5 раза выше, чем в образце 1. Это, вероятно, связано с различными подходами к пробопод-

готовке исследуемых образцов. Для получения экстракта (образец 2) применялась более длительная процедура экстрагирования и иной гидромодуль, чем предусмотрено методикой определения экстрактивных веществ и танина. Это позволило добиться более полного извлечения водорастворимых веществ.

Результаты определения содержания полифенолов, флавоноидов, антиоксидантная активность представлены на рис. 2–4.

Данные рис. 2 и 3 свидетельствуют о том, что содержание полифенолов в образце 2 выше на 2,4 %, чем в образце 1, содержание флавоноидов в образце 1 выше на 6,2 %, чем в образце 2. Несмотря на то, что расхождения в значениях были не очень существенны (в диапазоне 2,4–6,2 %) можно отметить, что в экстракт при использовании предложенной технологии экстрагирования переходит меньшее количество

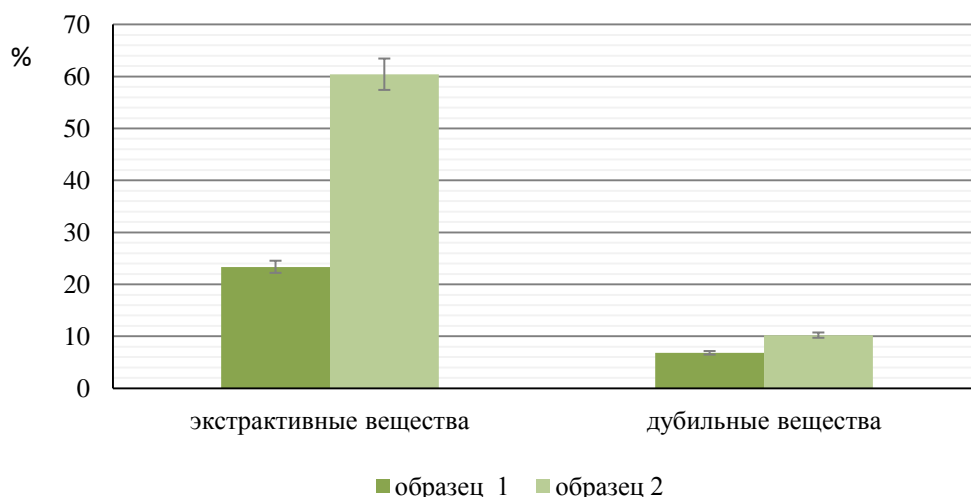


Рис. 1. Результаты определения содержания экстрактивных и дубильных веществ чайного сырья, %

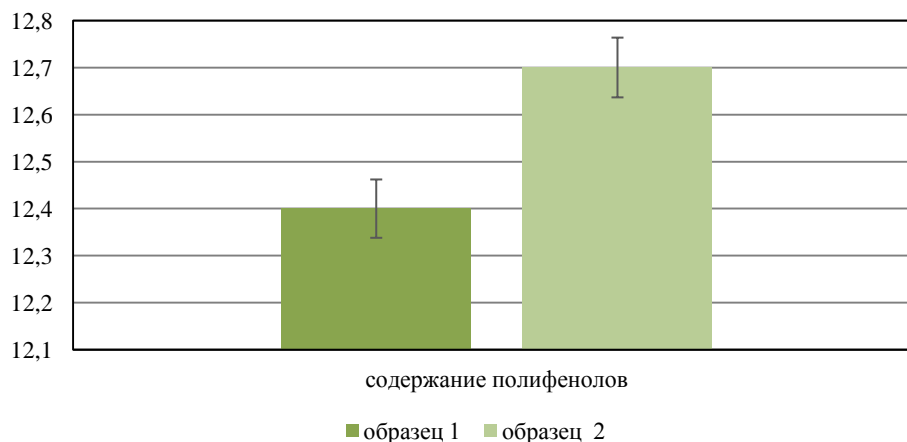


Рис. 2. Результаты определения содержания полифенолов, мг-экв галловой кислоты

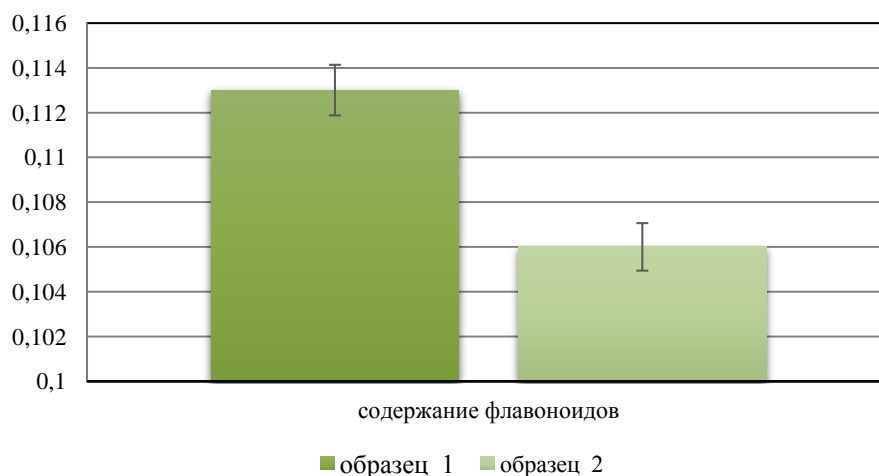


Рис. 3. Результаты определения содержания флавоноидов, мг % (в пересчете на кверцетин)

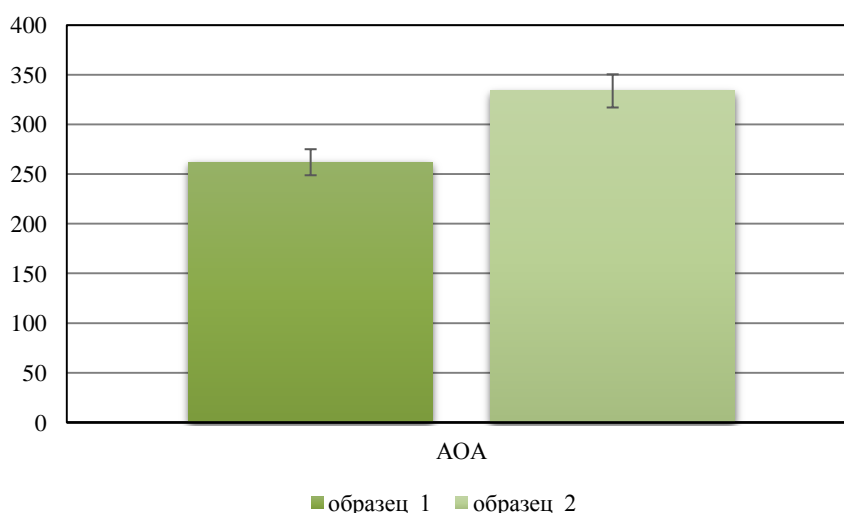


Рис. 4. Результаты определения антиоксидантной активности, % (DPPH)

флавоноидов, чем их содержится в порошкообразном продукте. Это, вероятно, обусловлено тем, что большинство флавоноидов характеризуются низким уровнем растворимости в воде. Вместе с тем, полифенолы извлекаются практически полностью при приготовлении экстракта по предложенной технологии.

Данные, представленные в литературе, свидетельствуют о том, что полифенольные соединения (флавоноиды, танины) чая являются природными антиоксидантами. Наиболее высокой антиоксидантной активностью обладают катехины: галлокатехин, эпигаллокатехин, эпикатехингаллат, эпикатехин, эпигаллокатехингаллат, галлокатехингаллат. Результаты определения антиоксидантной активности исследуемых образцов представлены на рис. 4.

Антиоксидантная активность вторичных сырьевых ресурсов чая представлена очень высокими значениями, что подтверждает гипотезу о высоком потенциале этих продуктов для использования их в качестве функциональных пищевых ингредиентов. Сопоставляя полученные значения, можно отметить, что АОА экстракта на 21,5 % выше в сравнении с образцом 1 – порошком чая. Это указывает на тот факт, что АОА вторичных сырьевых ресурсов чая в большей степени обусловлено именно полифенолами.

Вывод

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что вторичные ресурсы чайного сырья содержат значительное количество биологически активных веществ и

могут рассматриваться в качестве перспективного пищевого ингредиента функциональной направленности.

Внесение вторичного чайного сырья в рецептуру пищевых продуктов, таких как хлебобулочные изделия, кисломолочные продукты, безалкогольные напитки может позволить повысить в них содержание флавоноидов, полифенолов и придать готовому продукту выраженную антиоксидантную активность. Вместе с тем, для реализации указанных направлений создания обогащенных пищевых продуктов необходимы исследования в области оптимизации рецептуры продуктов с учетом действующих норм потребления биологически активных веществ, оценка влияния функционального ингредиента на основные технологические процессы производства и их оптимизация. Кроме того, ключевую роль при разработке обогащенных пищевых продуктов будут играть их сенсорные свойства, которые, в конечном счете, определяют востребованность продуктов потребителями. Приведенные направления и составляют основу будущих исследований.

Литература

1. Апаршева В.В. Совершенствование технологий хлебобулочных изделий, обогащенных региональными растительными ингредиентами: диссертация ... канд. техн. наук: 05.18.01. – Воронеж, 2016. – 170 с.
2. Белецкая Н.М., Удалова Л.П., Пашенцева Л.П. Инновационные направления развития рынка хлебобулочных изделий // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2016. – № 2 (58). – С. 63–69.
3. Заявка CN № 201310599841 Зерновой хлеб [Электронный ресурс] / Li Yifan. – Режим доступа: <https://patentscope.wipo.int>
4. Заявка CN № 201510339715 Чайный хлеб и способ его изготовления [Электронный ресурс] / Zhou Honglin. – Режим доступа: <https://patentscope.wipo.int>.
5. Заявка EP № 16181876 Хлебобулочное изделие с добавлением муки конопли [Электронный ресурс] / Lipari Davide. – Режим доступа: <https://patentscope.wipo.int>
6. Заявка KR № 1020150030530 Способ производства хлеба с экстрактом абрикоса [Электронный ресурс] / Hwang, Jung Jahwang и Jung Ja. – Режим доступа: <https://patentscope.wipo.int>
7. Заявка KR № 1020150106533 Способ производства хлеба с чечевицей [Электронный ресурс] / Jae Hongin и Jae Hong. – Режим доступа: <https://patentscope.wipo.int>
8. Пути обогащения хлебобулочных изделий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uchebnikfree.com>.
9. TP TC 021/2011. О безопасности пищевой продукции.
10. Щеголева И.Д., Шаповал О.Д. Использование биологически активных веществ зеленого чая в хлебопечении // Биотехнология и продукты биоорганического синтеза: тезисы докл. национал. научн.-практ. конф. (Москва, 24 апреля 2018 г.). – М., 2018. – С. 316–318.
11. Grażyna Budryn, Dorota Żyżelewicz, Ewa Nebesny Joanna Oracz, Wiesława Krysiak. Influence of addition of green tea and green coffee extracts on the properties of fine yeast pastry fried products // Food Research International. – January 2013. – Vol. 50, Iss. 1. – P. 149–160.
12. Juanying Ou, Mingfu Wang, Jie Zheng, Shiyi Ou. Positive and negative effects of polyphenol incorporation in baked foods // Food Chemistry. – 30 June 2019. – Vol. 284. – P. 90–99.
13. Mariana C. Souza, Mariana P. Santos, Beatriz R. Sumere, Laise C. Silva, Diogo T. Cunha, Julian Martínez, Gerardo F. Barbero, Mauricio A. Rostagno. Isolation of gallic acid, caffeine and flavonols from black tea by on-line coupling of pressurized liquid extraction with an adsorbent for the production of functional bakery products // LWT. – January 2020. – Vol. 117. – P. 108661.
14. Mrinmoy Mondal, Sirshendu De. Enrichment of (–) epigallocatechin gallate (EGCG) from aqueous extract of green tea leaves by hollow fiber microfiltration: Modeling of flux decline and identification of optimum operating conditions // Separation and Purification Technology. – 29 November 2018. – Vol. 206. – P. 107–117.
15. Rashidinejad A., Boostani S., Babazadeh A., Rehman A., Rezaei A., Akbari-Alavijeh S., Shaddel R., Jafari S.M.. Opportunities and challenges for the nanodelivery of green tea catechins in functional foods // Food Research International. – April 2021. – Vol. 142. – P. 110186.
16. Royston Goh, Jing Gao, Victoria K. Ananingsih, Viren Ranawana, Christiani Jeyakumar Henry, Weibiao Zhou. Green tea catechins reduced the glycaemic potential of bread: An in vitro digestibility study // Food Chemistry. – 1 August 2015. – Vol. 180. – P. 203–210.

Попова Наталия Викторовна, кандидат технических наук, доцент, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), nvrpорова@susu.ru

Калинина Ирина Валерьевна, доктор технических наук, профессор кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), kalininaiv@susu.ru

Павлова Софья Владимировна, магистрант кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск).

Поступила в редакцию 17 апреля 2021 г.

DOI: 10.14529/food210408

PROSPECTS FOR THE USE OF SECONDARY GREEN TEA PROCESSING PRODUCTS TO CREATE ENRICHING FOOD INGREDIENTS

N.V. Popova, I.V. Kalinina, S.V. Pavlova

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Nutrition of the population is one of the important factors determining the health and preservation of the gene pool of the nation. In recent years, the health status of the population has been characterized by negative trends in terms of excess fat intake with insufficient intake of polyunsaturated fatty acids, deficiency of high-grade protein, most vitamins, minerals. In this regard, the need to make adjustments to the production technology and recipes of food is becoming more and more obvious. The basis of our research was the study of the potential of secondary raw materials of green tea as a functional food ingredient, and the assessment of the possibility of their use in food fortification technology. The objects of the study were ground powder of pre-brewed and subsequently dried tea leaves and extract from pre-brewed and subsequently dried tea leaves. The results of the research showed that the extract from the secondary tea raw materials contains extractive substances 2.5 times, and tannins 1.5 times higher than in the crushed powder of the secondary tea raw materials, which is probably due to different approaches to sample preparation of the studied samples. The content of polyphenols in the extract is 2.4 % higher than in the dry powder, and the content of flavonoids in the crushed powder of secondary tea raw materials is 6.2 % higher than in the extract from it. The antioxidant activity of the secondary raw materials of tea is represented by very high values, comparing which it can be noted that the AOA of the extract is 21.5 % higher in comparison with sample 1 – tea powder. This indicates the fact that the AOA of secondary raw materials of tea is largely due to polyphenols. Thus, the results of the conducted studies have shown that the secondary resources of tea raw materials contain a significant amount of biologically active substances and can be considered as a promising food ingredient of functional orientation.

Keywords: functional products, green tea, secondary raw materials, antioxidant activity, enriched food systems.

References

1. Aparsheva V.V. *Sovershenstvovanie tekhnologiy khlebobulochnykh izdeliy, obogashchennykh regional'nymi rastitel'nymi ingredientami: dissertatsiya ... kandidata tekhnicheskikh nauk* [Improving the technologies of bakery products enriched with regional vegetable ingredients: dissertation... candidate of Technical Sciences]. Voronezh, 2016. 170 p.
2. Beletskaya N.M., Udalova L.P., Pashentseva L.P. Innovative directions of the bakery products market development. *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii, ekonomiki i prava* [Bulletin of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law], 2016, no. 2 (58), pp. 63–69. (in Russ.)
3. Li Yifan *Zayavka CN № 201310599841 Zernovoy khleb* [Application CN no. 201310599841 Grain]. URS: <https://patentscope.wipo.int>
4. Zhou Honglin. *Zayavka CN № 201510339715 Chaynyy khleb i sposob ego izgotovleniya* [Application CN No. 201510339715 Tea bread and the method of its manufacture]. URS: <https://patentscope.wipo.int>

5. Lipari Davide. *Zayavka EP № 16181876 Khlebobulochnoe izdelie s dobavleniem muki konopli* [Application EP No. 16181876 Bakery product with the addition of hemp flour]. URS: <https://patentscope.wipo.int>

6. Hwang, Jung Jahwang i Jung Ja. *Zayavka KR № 1020150030530 Sposob proizvodstva khleba s ekstraktom abrikosa* [Application KR No. 1020150030530 Method of bread production with apricot extract]. URS: <https://patentscope.wipo.int>

7. Jae Hongin i Jae Hong. *Zayavka KR № 1020150106533 Sposob proizvodstva khleba s chechevitsey* [Application KR No. 1020150106533 Method of bread production with lentils]. URS: <https://patentscope.wipo.int>

8. *Puti obogashcheniya khlebobulochnykh izdeliy* [Ways of enriching bakery products]. URS: <https://uchebnikfree.com>.

9. *TR TS 021/2011. O bezopasnosti pishchevoy produktsii* [TR CU 021/2011. About food safety].

10. Shchegoleva I.D., Shapoval O.D. The use of biologically active substances of green tea in baking. *Biotehnologiya i produkty bioorganicheskogo sinteza* [Biotechnology and products of bioorganic synthesis: abstracts of the National Scientific-Practical conference (Moscow, April 24, 2018)]. Moscow, 2018, pp. 316–318. (in Russ.)

11. Grażyna Budryn, Dorota Żyzelewicz, Ewa Nebesny Joanna Oracz, Wiesława Krysiak. Influence of addition of green tea and green coffee extracts on the properties of fine yeast pastry fried products. *Food Research International*, January 2013, vol. 50, iss. 1, pp. 149–160.

12. Juanying Ou, Mingfu Wang, Jie Zheng, Shiyi Ou. Positive and negative effects of polyphenol incorporation in baked foods. *Food Chemistry*, 30 June 2019, vol. 284, pp. 90–99.

13. Mariana C. Souza, Mariana P. Santos, Beatriz R. Sumere, Laise C. Silva, Diogo T. Cunha, Julian Martínez, Gerardo F. Barbero, Mauricio A. Rostagno. Isolation of gallic acid, caffeine and flavonols from black tea by on-line coupling of pressurized liquid extraction with an adsorbent for the production of functional bakery products. *LWT*, January 2020, vol. 117, p. 108661.

14. Mrinmoy Mondal, Sirshendu De. Enrichment of (–) epigallocatechin gallate (EGCG) from aqueous extract of green tea leaves by hollow fiber microfiltration: Modeling of flux decline and identification of optimum operating conditions. *Separation and Purification Technology*, 29 November 2018, vol. 206, pp. 107–117.

15. Rashidinejad A., Boostani S., Babazadeh A., Rehman A., Rezaei A., Akbari-Alavijeh S., Shaddel R., Jafari S.M.. Opportunities and challenges for the nanodelivery of green tea catechins in functional foods. *Food Research International*, April 2021, vol.142, p. 110186.

16. Royston Goh, Jing Gao, Victoria K. Ananingsih, Viren Ranawana, Christiani Jeyakumar Henry, Weibiao Zhou. Green tea catechins reduced the glycaemic potential of bread: An in vitro digestibility study. *Food Chemistry*, 1 August 2015, vol. 180, pp. 203–210.

Natalia V. Popova, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, South Ural State University, Chelyabinsk, nvpopova@susu.ru

Irina V. Kalinina, doctor of technical sciences, professor of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, kalininaiv@susu.ru

Sofya V. Pavlova, Candidate of Sciences (Engineering), head of the laboratory at the Department of Food and Biotechnology, Higher School of Medicine and Biology, South Ural State University, Chelyabinsk.

Received April 17, 2021

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Попова, Н.В. Перспективы использования вторичных продуктов переработки зеленого чая для создания обогащающих пищевых ингредиентов / Н.В. Попова, И.В. Калинина, С.В. Павлова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2021. – Т. 9, № 4. – С. 70–76. DOI: 10.14529/food210408

FOR CITATION

Popova N.V., Kalinina I.V., Pavlova S.V. Prospects for the Use of Secondary Green Tea Processing Products to Create Enriching Food Ingredients. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2021, vol. 9, no. 4, pp. 70–76. (in Russ.) DOI: 10.14529/food210408