

Перспективы использования шпината в производстве мучных и хлебобулочных изделий

Александр Н. Сапожников	¹	a.sapozhnikov@corp.nstu.ru
Анастасия В. Копылова	¹	kopylova@corp.nstu.ru
Юлия О. Крайнова	¹	xomka_97@mail.ru
Станислав А. Крайнов	¹	stas_krainov@mail.ru

¹Новосибирский государственный технический университет, пр-т Карла Маркса, 20, г. Новосибирск, 630073, Россия

Аннотация. Шпинат (*Spinacia oleracea*) относится к листовым овощам. Он обладает низкой калорийностью и является источником биофлавоноидов, витаминов, минеральных веществ и антиоксидантов, достаточно стойких при тепловой обработке. Среди них можно выделить бета-каротин, зеаксантин, лютеин, которые являются активными антиоксидантами. Также в шпинате содержатся витамины группы В, Е, К, кальций, железо. Шпинат широко распространен во многих странах мира, однако в России его употребляют в пищу значительно меньше. Полезные свойства шпината позволяют использовать его в качестве ингредиента для производства новых видов мучных и хлебобулочных изделий функционального и специализированного назначения. Ввиду специфических органолептических и технологических свойств шпината его рекомендуется использовать в переработанном виде в сочетании с другими растительными ингредиентами. Высокое содержание в шпинате жирорастворимых веществ обуславливает введение в рецептуры мучных и хлебобулочных изделий с целью увеличения их усвояемости жирового компонента в виде смеси растительных масел твердой и жидкой консистенции. Для улучшения технологических свойств шпината рекомендуется его сушка с последующим измельчением в порошок. Существуют несколько способов сушки и получения порошка шпината, различающихся между собой количеством стадий и технологических операций, машинно-аппаратурным оформлением и энергоемкостью, что определяет выбор оптимального способа переработки шпината в порошок. Введение порошка шпината в сочетании с другими ингредиентами в рецептуры и технологии мучных и хлебобулочных изделий позволяют получить продукцию с высокими органолептическими свойствами, а содержание в ней вышеперечисленных пищевых веществ позволяет отнести данные изделия к функциональным.

Ключевые слова: шпинат, порошки, сушка, мучные изделия, хлебобулочные изделия, функциональное питание

The prospects of using spinach in flour and bakery products

Aleksandr N. Sapozhnikov	¹	a.sapozhnikov@corp.nstu.ru
Anastasiya V. Kopylova	¹	kopylova@corp.nstu.ru
Yuliya O. Krainova	¹	xomka_97@mail.ru
Stanislav A. Krainov	¹	stas_krainov@mail.ru

¹Novosibirsk State Technical University, Karl Marx Av., 20 Novosibirsk, 630073, Russia

Abstract. Spinach (*Spinacia oleracea*) is a leaf vegetable with low calorie. It appears to be the source of bioflavonoids, vitamins, minerals and antioxidants, which are highly resistant to heat treatment. Among these substances there are beta-carotene, zeaxanthin, lutein, which appear to be active antioxidants. Spinach also contains B vitamins, vitamin E, vitamin K, calcium and iron. It is common in many countries but is not widely used in Russia. The beneficial features of spinach allow to use it as the ingredient for developing of new types of flour and bakery products for functional and specialized purposes. Due to specific organoleptic and technological properties, it is recommended to use refined spinach in combination with other plant ingredients. The high content of fat-soluble substances in spinach causes using in formulations and technologies of flour and bakery products fat components for purposes of digestion of these substances. These components can be the mixture of vegetable oils of different consistency. For improving of spinach technological properties, it is recommended to use drying with following grinding of dried product into powder. There are several drying and grinding methods, which differ in number of stages and technological operations, machine and hardware design and energy intensity, which defines the choice of optimal method of spinach powder obtaining. The use of spinach powder in formulations and technologies of flour and bakery products allows obtaining products with high organoleptical qualities, and the containment of the aforementioned substances in products allows to consider them as functional.

Keywords: spinach, powders, drying, flour products, bakery products, functional nutrition

Введение

Хлебобулочные изделия входят в повседневный рацион питания населения России. Их производство в стране организовано практически повсеместно и может осуществляться на предприятиях, различающихся по мощности и отраслевой принадлежности.

Для цитирования

Сапожников А.Н., Копылова А.В., Крайнова Ю.О., Крайнов С.А. Перспективы использования шпината в производстве мучных и хлебобулочных изделий // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 4. С. 234–239. doi:10.20914/2310-1202-2018-4-234-239

Важным направлением в развитии российского хлебопечения является расширение ассортимента продукции путем разработки и внедрения в производство функциональных и специализированных сортов изделий, обогащенных витаминами, минералами и пищевыми волокнами. Данное направление отвечает задачам

For citation

Sapozhnikov A.N., Kopylova A.V., Krainova Yu. O., Krainov S.A. The prospects of using spinach in flour and bakery products. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 4. pp. 234–239. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-4-234-239

«Концепции обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения путем развития функционального и специализированного хлебопечения в Российской Федерации до 2020 года» («Хлеб – это здоровье») [1].

В соответствии с данным направлением на настоящий момент в России и за рубежом проведено большое количество исследований и практических внедрений в производство, связанных с разработкой рецептур и технологий хлебобулочных изделий с использованием добавок из местного растительного сырья.

Вместе с тем некоторые виды растительного сырья, которые могут быть применены в хлебопечении и оказывать положительное влияние на технологический процесс производства, органолептические свойства готовой продукции и при этом являться функциональными компонентами, на настоящий момент недостаточно изучены с данной точки зрения. К такому сырью можно отнести шпинат огородный (*Spinacia oleracea*). Известно, что шпинат, как в свежем, так и в переработанном виде, является источником биофлавоноидов, витаминов, минеральных веществ и антиоксидантов. Таким образом, его полезные свойства могут использоваться в диетическом питании, а также профилактике и лечении широкого круга заболеваний [2–5].

Шпинат можно рассматривать как перспективное сырье для производства мучных и хлебобулочных изделий функционального и специализированного назначения.

Основные сведения о шпинате и его пищевой и физиологической ценности

Шпинат представляет собой однолетнее растение семейства Амарантовых (*Amaranthaceae*). Как правило, в пищу употребляется листовая часть растения, таким образом, его относят к листовым овощам [2, 3].

Родиной растения считается Центральная и Юго-Восточная Азия. В дальнейшем шпинат получил широкое распространение в Европе, Америке, Африке и Австралии [3]. В частности, в деревне Монтаю, расположенной в регионе Окситания на юго-западе Франции, были обнаружены обугленные фрагменты шпината, относящиеся к концу XII в. – середине XIII в. и свидетельствующие о том, что с данного времени началось его распространение по Европе [6].

Известно, что шпинат обладает полезными свойствами и используется в комплексном лечении и профилактике широкого круга болезней, таких, как анемия, диабет, гельминтозы, ожирение, различные воспаления, а также нервные и прочие заболевания [2, 3].

По пищевой ценности в 100 г листовой (съедобной) части шпината содержится 2,9 г белков, 0,3 г жиров и 2,0 г углеводов. Общая калорийность шпината составляет 23 ккал, что позволяет отнести шпинат к низкокалорийным пищевым продуктам [2]. Кроме того, в 100 г шпината содержится ряд витаминов, макро- и микроэлементов, которые превышают 15% от суточной нормы для взрослого человека согласно действующим методическим рекомендациям МР 2.3.1.2432-08 [7], что позволяет его отнести к функциональным продуктам питания. Так, содержание бета-каротина в 100 г составляет 4,5 г (90% от суточной нормы), витамина В9 (фолаты) – 80 мкг (20% от суточной нормы), магния – 82 г (20,5% от суточной нормы), калия – 774 г (31% от суточной нормы), марганца – 0,897 мг (44,9% от суточной нормы). В 100 г шпината есть ряд веществ, превышающих рекомендуемую суточную норму. К ним относятся: витамин Е (ТЭ) – 55 мг (в 2,2 раза), витамин К – 482,9 мкг (в 4 раза), кальций – 106 мг (в 1,06 раза), железо – 13,51 г (в 1,35 раза) [2]. Известно, что большинство из данных веществ не разрушается при тепловой обработке и может быть введено в мучные и хлебобулочные изделия вместе со шпинатом без потерь. Однако 100 г шпината обладает достаточно большим объемом, что делает целесообразным введение шпината в концентрированном виде.

Помимо бета-каротина, к содержащимся в шпинате каротиноидам относятся лютеин и зеаксантин. Их содержание в среднем составляет 11,6 и 3,3 мкг на 100 г продукта. Следует отметить, что данные вещества являются активными антиоксидантами, которые позволяют считать шпинат функциональным ингредиентом [2, 8].

Лютеин, зеаксантин и витамины Е и К являются жирорастворимыми веществами, что делает целесообразным внесение в рецептуру изделий жирового компонента для повышения их усвояемости. При этом жидкие растительные масла в чистом виде использовать не рекомендуется, они легко отделяются в готовых выпеченных изделиях. Совместные исследования ученых США и КНР показали, что для лучшей усвояемости бета-каротина и лютеина шпинат рекомендуется употреблять со смесью кокосового (твердого) и кукурузного (жидкого) масла или их аналогов в соотношении 1:1. При этом кокосовое масло выступает как источник триацилглицеридов со средней длиной цепочек, а кукурузное масло – как источник мононенасыщенных жирных кислот. Данная смесь повысила биодоступность лютеина от 21 до 42%, а бета-каротина –

от 6,8 до 25% [9]. Таким образом, введение в рецептуру хлебобулочных изделий смеси масел в данном соотношении и с аналогичными химическими свойствами является целесообразным.

Также следует отметить, что шпинат обладает специфическим привкусом и запахом, а его введение в рецептуры в натуральном виде придает готовым изделиям влажную и волокнистую консистенцию, снижая их органолептические показатели. Поэтому целесообразно вводить его в мучные и хлебобулочные изделия в измельченном виде (порошок) при снижении содержания в нем влаги с помощью сушки, а также использовать сочетание шпината с другим растительным сырьем с целью улучшения органолептических показателей изделий и их обогащения полезными веществами, которые в шпинате либо не содержатся, либо содержатся в малых количествах.

Технологические свойства шпината как ингредиента в производстве мучных и хлебобулочных изделий

Полезные свойства шпината определяют целесообразность его использования как ценного сырья в пищевой промышленности и индустрии питания. По сравнению с другими листовыми овощами (салат, щавель и др.) шпинат в натуральном и переработанном виде в России используется ограниченно. Основной причиной является его нетрадиционность в плане вкусовых предпочтений российских потребителей, в то время как в Европе и США он входит в перечень жизненно необходимых продуктов и имеет неофициальный титул «короля овощей» [2].

В России и за рубежом имеется ряд исследований по переработке шпината и его использованию в рецептурах и технологиях мучных, хлебобулочных изделий и других видов пищевой продукции.

Как уже было сказано выше, при разработке новых видов мучных и хлебобулочных изделий шпинат можно использовать в сочетании с другими продуктами с целью повышения органолептических показателей и увеличения пищевой ценности. Совместные исследования авторов из Северо-Кавказского федерального университета и Кубанского государственного аграрного университета показали, что шпинат можно использовать в рецептурах напитков на основе капустного сока в сочетании со свекловичным и яблочным пектиновым концентратом, применяя в качестве дополнительного сырья морковное пюре, огуречный сок, свежие яблоки, сельдерей, апельсиновый и грейпфрутовый сок [10].

Сушка шпината и получение из него порошков могут быть осуществлены различными способами. Так, сотрудники университета им. Инёню (г. Малатья, Турция) исследовали сушку листьев шпината инфракрасными лучами. В результате исследований было установлено, что скорость сушки прямо зависит от увеличения мощности излучателей (в эксперименте их величины составили от 300 до 500 Вт) и обратно – от количества листьев шпината, подвергаемых сушке (от 15 до 60 г). В зависимости от варьирования данных показателей время сушки длилось от 3,5 до 16,5 мин, что в целом меньше, чем при использовании конвекционной сушки. Вместе с тем при увеличении мощности и количества шпината содержание витамина С в сушеных листьях уменьшалось примерно в 2 раза [11].

Исследователями из Кубанского государственного аграрного университета разработана технология производства порошкообразной добавки функционального назначения из шпината сорта Виктория. Данная технология отличается тем, что вначале из разваренного шпината получают пюре, которое затем подвергается сушке на вальцовой сушилке с последующим измельчением на шаровых мельницах. Согласно результатам полученный порошок в наибольшей степени сохраняет свойства исходного сырья [12]. Однако машинно-аппаратурное оформление данного процесса предполагает использование высокопроизводительного энергоемкого оборудования, большое количество технологических операций и не может быть реализовано, например, в условиях малого производства. Кроме того, применение традиционных методов тепловой обработки и сушки в значительной степени снижает содержание полезных веществ в готовом продукте.

Исследователи из Эгейского университета (г. Борнова, Турция) использовали распылительную сушку с применением различных сушильных агентов при получении сушеного сока из шпината. Входная температура варьировалась в пределах 160–200 °С, выходная – в пределах 80–100 °С. В течение установленного срока хранения (5 месяцев) порошок сохранял свои технологические свойства [13]. Данный способ отличается высокой энергоемкостью и аппаратурно-технологическим оформлением. Кроме того, в полученном продукте отсутствуют полезные вещества, содержащиеся в твердой части листьев шпината.

Исследования ученых Абердинского университета (Великобритания) показывают целесообразность использования порошка шпината в сушеном виде. Авторы использовали метод лиофилизированной (сублимационной)

сушки. Общее содержание флавоноидов, фенольных кислот и их производных составило до 930 мг на 1 кг готового продукта [4].

Обогащение (фортификация) мучных и хлебобулочных изделий шпинатом отмечено в ряде зарубежных публикаций. Так, исследователями из Испании изучалось введение шпината в рецептуру хлеба из пшеничной муки и пшеничной цельнозерновой муки и его влияние на содержание фолатов. Авторы указывают, что фортификация рецептур изделий шпинатом в количестве 20 и 40 г на 100 г готового изделия увеличивала содержание фолатов с 19,9 до 57,9 мкг в 100 г хлеба из пшеничной муки и с 37,4 до 75,5 мкг в 100 г хлеба из пшеничной цельнозерновой муки. Использование 40 г шпината на 100 г готовых изделий положительно сказалось на их органолептической оценке, а сами изделия могут быть отнесены к функциональным [14].

Сотрудниками Лаборатории исследований продовольственной безопасности (Индия) было исследовано влияние сушеного порошка шпината на физико-химические, реологические и органолептические характеристики индийского национального хлебобулочного изделия – чапати. Было отмечено, что оптимальной является доля порошка в количестве 5% по отношению к количеству пшеничной муки, предусмотренному рецептурой [15].

Сотрудники Центрального пищевого технологического исследовательского института Совета научных и индустриальных исследований (г. Майсур, Индия) использовали порошок

из шпината, полученный конвективной сушкой с последующим измельчением, при производстве образцов печенья по традиционным рецептурам. Оптимальной долей порошка шпината является 5% по отношению к массе рецептурных компонентов. Авторами отмечается, что порошок шпината содержит 28,7% белка, 8,8% пищевых волокон, содержание кальция, железа и фосфора на 100 г порошка составило соответственно 1336, 30 и 336 мг, а сам порошок сохраняет антиоксидантную активность [16].

Заключение

Проведенный обзор показал, что шпинат обладает низкой калорийностью, высоким содержанием отдельных витаминов, макро- и микроэлементов и антиоксидантов, которые сохраняются при тепловой обработке, и может быть отнесен к перспективным ингредиентам, придающим функциональные свойства разрабатываемым мучным и хлебобулочным изделиям.

Важным вопросом при подготовке шпината к производству изделий является оптимальный способ его переработки и измельчения, при котором будет обеспечиваться максимальное сохранение полезных пищевых веществ, а также его сочетание с другими растительными добавками и использование в рецептурах изделий жирового компонента, который позволит повысить усвояемость содержащихся в шпинате жирорастворимых веществ, тем самым усиливая функциональные свойства вводимой добавки из шпината.

ЛИТЕРАТУРА

1 Богомолова И.П., Белимова Е.А. Направления и механизмы государственного регулирования производства функциональных хлебопродуктов // Вестник ВГУИТ. 2014. № 2. С. 177–183. doi: 10.20914/2310-1202-2014-2-177-183

2 Калашнова Т.В., Беляева И.А. Ботаническое описание, морфологическая структурная оценка шпината огородного // Современная наука и инновации. 2014. № 4(8). С. 33–37. URL: [http://pf.ncfu.ru/data/files/docs/science/mag/Журнал%20Современная%20наука%20и%20инновации%204%20\(8\).pdf](http://pf.ncfu.ru/data/files/docs/science/mag/Журнал%20Современная%20наука%20и%20инновации%204%20(8).pdf)

3 Jiraungkoorskul W. Review of neuro-nutrition used as anti-alzheimer plant, spinach, *Spinacia oleracea* // Pharmacognosy Review. 2016. V. 10. № 20. P. 105–108. doi: 10.4103/0973-7847.194040

4 Neascu M., Vaughan N., Raikos V., Multari S. et. al. Phytochemical profile of commercially available food plant powders: their potential role in healthier food reformulations // Food Chemistry. 2015. V. 179. P. 159–169. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.01.128

5 Jaime L., Vazquez E., Fornari T., Carmen López-Nazas M. et. al. Extraction of functional ingredients from spinach (*Spinacia oleracea* L.) using liquid solvent and supercritical CO₂ extraction // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2015. V. 95. № 4. P. 722–729. doi: 10.1002/jsfa.6788

6 Hallavant C., Ruas M.-P. The first archaeobotanical evidence of *Spinacia oleracea* L. (spinach) in late 12th–mid 13th century a.d. France // Vegetation History and Archaeobotany. 2014. V. 23. № 2. P. 163–165. doi: 10.1007/s00334-013-0400-8

7 Методические рекомендации МР 2.3.1.2432–08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 36 с. URL: http://rospotrebнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=4583

8 Миронова К.И., Землякова Е.С. Изучение химического состава растительных экстрактов, положительно влияющих на зрительную функцию // Вестник молодежной науки. 2015. № 1(1). С. 7. URL: <http://vestnikmolnauki.ru/wp-content/uploads/2016/08/mironova-1.pdf>

9 Xi Y., Xiaojuan L., McClements D.J., Yong C., Hang X. Enhancement of phytochemical bioaccessibility from plant-based foods using excipient emulsions: impact of lipid type on carotenoid solubilization from spinach // Food & Function. 2018. № 9(8). P. 4352–4365. doi: 10.1039/C8FO01118D

10 Лимарева Н.С., Донченко Л.В. Функциональные пектиносодержащие напитки на основе шпината // Современная наука и инновации. 2016. № 4. С. 99–104. URL: http://pf.ncfu.ru/data/files/docs/science/mag/Журнал%204_2016.pdf

11 Sarimiseli A., Yuceer M. Investigation of infrared drying behavior of spinach leaves using ANN methodology and dried product quality // *Chemical and Process Engineering*. 2015. № 36(4). P. 425–436. doi: 10.1515/cpe-2015-0030

12 Родионова Л.Я., Сокол Н.В., Шубина Л.Н., Ольховатов Е.А. Технология и применение порошкообразных пищевых добавок из растительного сырья // *Научный журнал КубГАУ*. 2017. № 131(07). С. 1389–1404. URL: <http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/114.pdf>

13 Koc G.C., Dirim S.N. Spray dried spinach juice: powder properties // *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2018. V. 12. № 3. P. 1654–1668. doi: 10.1007/s11694-018-9781-9

14 Lopez-Nicolas R., Frontela-Saseta C., González-Abellan R., Barado-Piqueras R. Folate fortification of white and whole-grain bread by adding Swiss chard and spinach. Acceptability by consumers // *LWT – Food Science and Technology*. 2014. V. 59. № 1. P. 263–269. doi: 10.1016/j.lwt.2014.05.007

15 Khan M.A., Mahesh C., Semwal A.D., Sharma G.K. Effect of spinach powder on physico-chemical, rheological, nutritional and sensory characteristics of chapati premixes // *Journal of Food Science and Technology*. 2015. V. 52. № 4. P. 2359–2365. doi: 10.1007/s13197-013-1198-1

16 Galla N.R., Pamidighantam P.R., Karakala B., Gurusiddaiah M.R. et al. Nutritional, textural and sensory quality of biscuits supplemented with spinach // *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2017. № 7. P. 20–26. doi: 10.1016/j.ijgfs.2016.12.003

REFERENCES

1 Bogomolova I.P., Belimova E.A. Directions and mechanisms of state regulation of the production of functional bakery products. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2014. no. 2. pp. 177–183. doi: 10.20914/2310-1202-2014-2-177-183 (in Russian)

2 Kalashnova T.V., Belyaeva I.A. Botanical description, morphological structure assessment of *Spinacia oleracea*. *Sovremennaya nauka i innovatsii* [Modern Science and Innovations]. 2014. no. 4(8). pp. 33–37. Available at: [http://pf.ncfu.ru/data/files/docs/science/mag/Журнал%20Современная%20наука%20и%20инновации%204%20\(8\).pdf](http://pf.ncfu.ru/data/files/docs/science/mag/Журнал%20Современная%20наука%20и%20инновации%204%20(8).pdf) (in Russian)

3 Jiraungkoorskul W. Review of Neuro-nutrition Used as Anti-Alzheimer Plant, Spinach, *Spinacia oleracea*, Pharmacognosy Review. 2016. vol. 10. no. 20. pp. 105–108. doi: 10.4103/0973-7847.194040

4 Neascu M., Vaughan N., Raikos V., Multari S. et al. Phytochemical profile of commercially available food plant powders: their potential role in healthier food reformulations. *Food Chemistry*. 2015. vol. 179. pp. 159–169. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.01.128

5 Jaime L., Vazquez E., Fornari T., Carmen López-Hazas M. et al. Extraction of functional ingredients from spinach (*Spinacia oleracea* L.) using liquid solvent and supercritical CO₂ extraction. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2015. vol. 95. no. 4. pp. 722–729. doi: 10.1002/jsfa.6788

6 Hallavant C., Ruas M.-P. The first archaeobotanical evidence of *Spinacia oleracea* L. (spinach) in late 12th–mid 13th century a.d. France.

Vegetation History and Archaeobotany. 2014. vol. 23. no. 2. pp. 163–165. doi: 10.1007/s00334-013-0400-8

7 Metodicheskie rekomendacii MR 2.3.1.2432–08. Normy fiziologicheskikh potrebnostej v jenergii i pishhevyyh veshhestvah dlja razlichnyh grupp naselenija Rossijskoj Federacii [Methodical recommendations MR 2.3.1.2432–08. The norms of physiological requirements in energy and nutrients for different population groups in Russian Federation]. Moscow, Federal Centre of hygiene and epidemiology of Rospotrebnadzor, 2009. 36 p. Available at: http://rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=4583 (in Russian)

8 Mironova K.I., Zemlyakova E.S. The chemical composition of plant extracts, positive impact on visual function. *Vestnik molodezhnoj nauki* [The Bulletin of Youth Science]. 2015. no. 1(1). pp. 7. Available at: <http://vestnikmolnauki.ru/wp-content/uploads/2016/08/mironova-1.pdf> (in Russian)

9 Xi Y., Xiaojuan L., McClements D.J., Yong C. et al. Enhancement of phytochemical bioaccessibility from plant-based foods using excipient emulsions: impact of lipid type on carotenoid solubilization from spinach. *Food & Function*. 2018. no. 9(8). pp. 4352–4365. doi: 10.1039/C8FO01118D

10 Limareva N.S., Donchenko L.V. Functional beverages containing pectin based on spinach. *Sovremennaya nauka i innovatsii* [Modern Science and Innovations]. 2016. no. 4. pp. 99–104. Available at: http://pf.ncfu.ru/data/files/docs/science/mag/Журнал%204_2016.pdf (in Russian)

11 Sarimiseli A., Yuceer M. Investigation of infrared drying behavior of spinach leaves using ANN methodology and dried product quality. *Chemical and Process Engineering*. 2015. no. 36(4). pp. 425–436. doi: 10.1515/cpe-2015-0030

12 Rodionova L. Ya., Sokol N.V., Shubina L.N., Olhovatov E.A. Technology and application of powdered food additives from vegetable raw materials. *Nauchnyj zhurnal KubGAU* [Scientific Journal of Kuban State Agrarian University]. 2017. no. 131(07). pp. 1389–1404. Available at: <http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/114.pdf> (in Russian)

13 Koc G.C., Dirim S.N. Spray dried spinach juice: powder properties. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2018. vol. 12. no. 3. pp. 1654–1668. doi: 10.1007/s11694-018-9781-9

14 Lopez-Nicolas R., Frontela-Saseta C., Gonzalez-Abellan R., Barado-Piqueras R. Folate fortification of white and whole-grain bread by adding Swiss chard and spinach. Acceptability by consumers. *LWT – Food Science and Technology*. 2014. vol. 59. no. 1. pp. 263–269. doi: 10.1016/j.lwt.2014.05.007

15 Khan M.A., Mahesh C., Semwal A.D., Sharma G.K. Effect of spinach powder on physico-chemical, rheological, nutritional and sensory characteristics of chapati premixes. *Journal of Food Science and Technology*. 2015. vol. 52. no. 4. pp. 2359–2365. doi: 10.1007/s13197-013-1198-1

16 Galla N.R., Pamidighantam P.R., Karakala B., Gurusiddaiah M.R. et al. Nutritional, textural and sensory quality of biscuits supplemented with spinach. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2017. no. 7. pp. 20–26. doi: 10.1016/j.ijgfs.2016.12.003

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр Н. Сапожников к.т.н., доцент, кафедра технологии и организации пищевых производств, Новосибирский государственный технический университет, пр-т Карла Маркса, 20, г. Новосибирск, 630073, Россия, a.sapozhnikov@corp.nstu.ru

Анастасия В. Копылова ассистент, кафедра технологии и организации пищевых производств, Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, 630073, Россия, kopylova@corp.nstu.ru

Юлия О. Крайнова магистрант, факультет бизнеса, Новосибирский государственный технический университет, пр-т Карла Маркса, 20, г. Новосибирск, 630073, Россия, xomka_97@mail.ru

Станислав А. Крайнов магистрант, факультет бизнеса, Новосибирский государственный технический университет, пр-т Карла Маркса, 20, г. Новосибирск, 630073, Россия, stas_krainov@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 21.11.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 11.12.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksandr N. Sapozhnikov Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology and organization of food industries department, Novosibirsk State Technical University, Karl Marx Av., 20 Novosibirsk, 630073, Russia, a.sapozhnikov@corp.nstu.ru

Anastasiya V. Kopylova assistant, technology and organization of food industries department, Novosibirsk State Technical University, Karl Marx Av., 20 Novosibirsk, 630073, Russia, kopylova@corp.nstu.ru

Yuliya O. Krainova master student, faculty of business, Novosibirsk State Technical University, Karl Marx Av., 20 Novosibirsk, 630073, Russia, xomka_97@mail.ru

Stanislav A. Krainov master student, faculty of business, Novosibirsk State Technical University, Karl Marx Av., 20 Novosibirsk, 630073, Russia, stas_krainov@mail.ru

CONTRIBUTION

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.21.2018

ACCEPTED 12.11.2018