

Разработка технологии кекса функциональной направленности на основе продуктов переработки топинамбура

Галина В. Поснова	¹	ktzhmkp@mgutm.ru
Наталья Г. Семенкина	²	infniixp@yandex.ru
Игорь А. Никитин	¹	nikito.igor@gmail.com
Юлия Н. Труфанова	³	julia.trufanova@gmail.com

¹ Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского (Первый казачий университет), ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия

² Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности, ул. Б. Черкизовская, 26а, г. Москва, 107553, Россия

³ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Научные и практические исследования по созданию технологий, позволяющих получить функциональные мучные кондитерские изделия с показателями качества, удовлетворяющими потребителя и запросы рынка малых предприятий, являются весьма актуальными. Целью исследований являлась разработка технологии функционального кекса на основе продуктов переработки топинамбура – клетчатки и сиропа. В качестве контрольного образца была взята рецептура кекса «Столичного». Для приготовления опытных образцов проводили частичную или полную замену сахара – на сироп из топинамбура (0–100%), а изюма – на клетчатку топинамбура (0, 50, 100%). Установлено, что при внесении сиропа из топинамбура взамен сахара органолептические показатели качества изделий улучшались, их удельный объем снижался по сравнению с контролем незначительно – на 1,9–3,0%. При внесении клетчатки топинамбура взамен изюма удельный объем изделий увеличивался по сравнению с контролем на 5,4–11%, но их поверхность становилось более бугристой, появлялись глубокие трещины. При совместном внесении сиропа и клетчатки топинамбура, удельный объем изделий увеличивался на 7,8–8,8%, а их поверхность была выпуклой, слегка бугристой с небольшими надрытами. Влажность и щелочность образцов практически не изменялись. Наилучшими показателями качества обладал образец с полной заменой сахара на сироп из топинамбура и изюма на клетчатку топинамбура. Наименьшие изменения в состоянии мякиша и аромата кексов в процессе хранения кексов в течение 5 суток отмечались в образце с полной заменой сахара на сироп из топинамбура, внесение клетчатки топинамбура приводило к незначительному снижению эластичности и повышению крошковатости мякиша. Применение сиропа и клетчатки топинамбура при производстве кексов позволит получить изделия с повышенной пищевой ценностью, обогащенных пребиотиком инулином, расширить ассортимент функциональных мучных кондитерских изделий.

Ключевые слова: технология, кекс, функциональный, топинамбур, сироп, клетчатка, инулин

The development of functional cake technology based on processed Jerusalem artichoke products

Galina V. Posnova	¹	ktzhmkp@mgutm.ru
Natal'ya G. Semenkina	²	infniixp@yandex.ru
Igor' A. Nikitin	¹	nikito.igor@gmail.com
Yuliya N. Trufanova	³	julia.trufanova@gmail.com

¹ Moscow State University of Technologies and Management named after K. G. Razumovsky (First Cossack University), Zemlyanoy Val Str., 73, Moscow, 109004, Russia

² Scientific Research Institute of Bakery Industry, B. Cherkizovskaya Str., 26a, Moscow, 107553, Russia

³ Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary. Scientific and practical researches on the development of technologies of functional pastries with quality indicators satisfying customer and market demands of small enterprises are highly relevant. The purpose of studies was to develop a technology of functional cake based on processed Jerusalem artichoke products - cellulose and syrup. The recipe of the cake "Stolichnyi" was taken as a control sample. Test cake samples were prepared with partial or full replacement of sugar by Jerusalem artichoke syrup (0–100%) and raisins by Jerusalem artichoke fiber (0, 50, 100%). It was found that organoleptic quality indicators of products improved by the introduction of Jerusalem artichoke syrup instead of sugar, their specific volume decreased slightly compared to the control – by 1.9–3.0%. Specific volume of cakes increased compared to the control by 5.4–11% improved by the introduction of Jerusalem artichoke fiber instead of raisins, but its surface became bumpier, there were deep cracks. Specific volume of products increased by 7.8–8.8%, the surface was convex, slightly bumpy with little nicked when Jerusalem artichoke syrup and fiber were introduced together. The humidity and the alkalinity of samples practically unchanged. The sample prepared with full replacement of sugar by syrup and raisins by fiber of Jerusalem artichoke had the best quality indicators. During storage for 5 days the smallest changes in the crumb condition and flavor were observed in cake samples with complete replacement of sugar by Jerusalem artichoke syrup, the introduction of Jerusalem artichoke fiber resulted in a slight elasticity decrease and friability crumb improvement. The use of Jerusalem artichoke syrup and fiber in the cakes manufacture allows to receive goods with high nutritional value, enriched with prebiotic inulin, to expand the range of functional pastry products.

Keywords: technology, cake, functional, Jerusalem artichokes, syrup, cellulose, inulin

Для цитирования

Поснова Г. В., Семенкина Н. Г., Никитин И. А., Труфанова Ю. Н. Разработка технологии кекса функциональной направленности на основе продуктов переработки топинамбура // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 1. С. 152–157. doi:10.20914/2310-1202-2017-1-152-157

For citation

Posnova G. V., Semenkina N. G., Nikitin I. A., Trufanova Ju. N. The development of functional cake technology based on processed Jerusalem artichoke products. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. Vol. 79. no. 1. pp. 152–157. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-1-152-157

Введение

Как показывают статистические данные, потребление кондитерских изделий в России по сравнению со многими странами мира остается достаточно невысоким, и при усилении конкуренции в отрасли, привело к снижению объемов производства крупными производителями. Для увеличения объемов производства кондитерских изделий и улучшения снабжения ими населения большую роль играют предприятия малой мощности, адаптированные к производству мелких партий продукции в ассортименте, в том числе функциональной направленности [1].

В общем объеме производства и потребления кондитерских изделий по регионам России первое место принадлежит мучным кондитерским изделиям. При этом каждый восьмой покупает, любит и активно употребляет кексы.

В последнее время все большую популярность приобретают функциональные продукты питания, обогащенные незаменимыми аминокислотами, полиненасыщенными жирными кислотами, витаминами, минеральными веществами [2].

Потребление мучных кондитерских изделий неуклонно растет благодаря устойчивым вкусовым предпочтениям потребителей, ценовой доступности и высоким вкусовым качествам, поэтому необходимы научные и практические исследования по созданию технологий, позволяющих получить функциональные мучные кондитерские изделия с показателями качества, удовлетворяющими потребителя и запросы рынка малых предприятий [3–5].

Топинамбур – растение, известное также под названием «земляная груша» и «иерусалимский артишок». По химическому составу клубни топинамбура похожи на картофель, а по питательной ценности они превосходят многие овощи. Клубни топинамбура содержат до 3% белка, инулин, фруктозу, минеральные и азотистые вещества, витамины группы В, С, каротин [6–8].

С использованием современных технологий с максимальным сохранением полезных свойств исходного растительного сырья из клубней топинамбура изготавливают концентрат, порошок, пектин, сухие ломтики, цукаты, чипсы, фруктозо-глюкозные сиропы, джем, варенье, пюре, клетчатку [6].

Уже в XVII веке в России топинамбур был известен как целебное растение. За счет присутствия в составе продуктов переработки топинамбура инулина, пектина и оптимального соотношения минеральных веществ, значительно усиливается функциональная активность иммунной, эндокринной, нервной систем

организма, а также улучшаются показатели крови. Также в топинамбуре содержится большое количество белка, представленного 16 аминокислотами, в том числе незаменимыми, витамина С и органических поликислот.

Инулин, содержащийся в продуктах переработки топинамбура, способствует снижению уровня холестерина и глюкозы в крови, а также является пребиотиком. Благодаря улучшению обмена веществ, укрепляется иммунная система, повышается сопротивляемость патогенным микроорганизмам и вирусам [9-10].

Целью исследований являлась разработка технологии кекса на основе продуктов переработки топинамбура.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- исследование влияния сиропа и клетчатки из топинамбура на показатели качества кексов;
- разработка рецептуры и технологии кекса на основе продуктов переработки топинамбура.
- анализ пищевой ценности разработанного изделия;
- разработка проектов нормативной документации на разработанное изделие.

Материалы и методы исследования

Экспериментальная часть работы была выполнена в лабораторных условиях на кафедре «Технологии переработки зерна, хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств» Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского. При выполнении исследований применялись как общие, так и специальные методы.

В работе для изготовления кексов с продуктами переработки топинамбура использовались клетчатка топинамбура и сироп из топинамбура. Клетчатка топинамбура представляет собой сыпучую крупку с неравномерным цветом (от светло-серого до темно-коричневого), с ароматом ореха и топинамбура, легким сладким привкусом ореха и топинамбура. Сироп из топинамбура – вязкая светло-янтарная жидкость с запахом топинамбура, со сладковатым привкусом топинамбура и груши.

В качестве контрольного образца была взята рецептура кекса «Столичного». Для приготовления опытных образцов проводили частичную или полную замену сахара – на сироп из топинамбура (0–100%), а изюма – на клетчатку топинамбура (0,50,100).

Тесто для контрольного образца готовили на химических разрыхлителях следующим образом. Сначала взбивали сливочное масло с сахаром,

затем добавляли меланж, в котором растворяли соду питьевую и аммоний углекислый, продолжали взбивать до пышной массы и быстро перемешивали с мукой. Тесто выкладывали в прямоугольные формы, смазанные жиром. Выпекали при температуре 160 – 180 °С. Затем охлаждали, вынимали из форм, посыпали сахарной пудрой.

При изготовлении опытных образцов проводили замену сахара на сироп из топинамбура в количестве 25%, 50, 75 и 100% (образцы 1–4) и замену изюма на клетчатку топинамбура в количестве 25%, 50, 75 и 100% (образцы 5–6),

а также совместную замену сахара на сироп из топинамбура и изюма на клетчатку топинамбура по аналогичному алгоритму (образцы 7–8).

Полученные результаты и их обсуждение

Первоначально выявляли влияние сиропа из топинамбура и клетчатки топинамбура на показатели качества кексов. Для этого определяли органолептические показатели качества и такие физико-химические показатели, как: формоустойчивость, удельный объем, влажность и щелочность. Результаты исследований представлены в таблице 1 и на рисунках 1–3.

Таблица 1.

Физико-химические показатели качества кексов

Table 1.

Physicochemical quality indicators of cakes

Наименование образца Sample name	Физико-химические показатели качества Physicochemical quality indicators			
	Отношение высоты к диаметру H/D Ratio of height to diameter H/D	Удельный объем, % Specific volume, %	Щелочность, град Alkalinity, degrees	Влажность, % Humidity, %
Контроль Control	1,53	136,8	1,4	18
Образец 1 Sample 1	1,44	133,8	1,4	16
Образец 2 Sample 2	1,41	134,0	1,4	16
Образец 3 Sample 3	1,49	132,7	1,34	16
Образец 4 Sample 4	1,43	134,2	1,54	16
Образец 5 Sample 5	1,42	144,2	1,22	16
Образец 6 Sample 6	1,38	151,8	1,22	15
Образец 7 Sample 7	1,40	146,9	0,94	19

Данные, представленные в таблице 1, показали, что при внесении сиропа из топинамбура взамен сахара (образцы 1–4), незначительно уменьшался удельный объем изделий. Внесение сиропа из топинамбура приводило к разглаживанию поверхности кексов, уменьшению количества трещин и подрывов, получению более мягкого, высокоэластичного, слегка заминающегося мякиша.

При совместном внесении сиропа из топинамбура и клетчатки топинамбура (образцы 7 и 8), удельный объем увеличивался на 7,8 и 8,8% соответственно, поверхность была выпуклая, слегка бугристая, с небольшими надрывами.

Влажность и щелочность образцов практически не изменялись и соответствовала требованиям ГОСТ 15052-96. С увеличением дозировки сиропа из топинамбура незначительно увеличилась формоустойчивость образцов 1–6, и значительно возрастала у образцов 7 и 8, влажность и пористость всех опытных образцов изменялись незначительно, удельный объем изделий увеличивался при повышении дозировки сиропа из топинамбура и снижении содержания сахара.

Данные оценки органолептических показателей качества показали, что с увеличением

содержания сиропа из топинамбура (образцы 1–4) цвет изделий изменялся от светло-кремового до светло-коричневого. При внесении клетчатки топинамбура (образцы 5 и 6) цвет мякиша становился неоднородным светло-кремовым с серо-коричневыми вкраплениями. Цвет корочки всех образцов был неравномерным от светло – до темно-коричневого.

Аромат контрольного образца характеризовался как сдобный с оттенком ванили и легким фруктовым запахом. При увеличении дозировки сиропа из топинамбура появлялся специфический сладковатый аромат. Наибольшая интенсивность аромата наблюдалась у образцов с внесением клетчатки топинамбура (5 и 6). У образца с полной заменой изюма (6) отсутствовал фруктовый аромат.

Анализ данных рисунков 1–3 показал, что вкус образцов изменялся с увеличением дозировки продуктов переработки топинамбура. В образцах 1–4 по сравнению с контролем немного снизилась интенсивность сладкого, сдобного и жирного привкуса, усилились фруктовый и кислый привкусы. В образцах 5 и 6 уменьшились сладкий, сдобный, жирный, кислый привкусы, усилился фруктовый, появились ореховый и пряный привкусы.

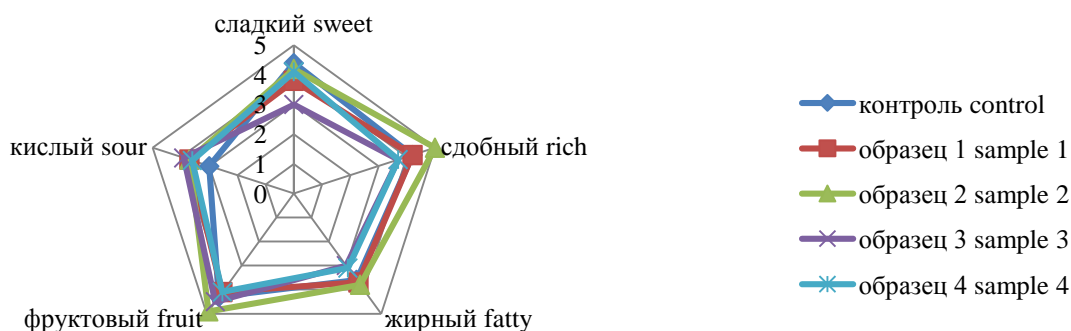


Рисунок 1. Профилограмма вкуса образцов кексов с заменой в рецептуре сахара на сироп из топинамбура по сравнению с контрольным

Figure 1. Profilogram of taste of cake samples prepared with replacement of sugar in the recipe by sugar syrup from Jerusalem artichoke vs. control

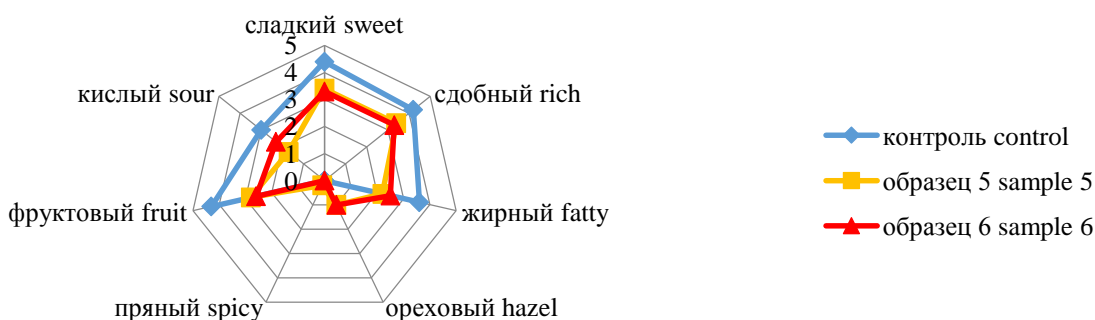


Рисунок 2. Профилограмма вкуса образцов кексов с заменой в рецептуре изюма на клетчатку топинамбура по сравнению с контрольным

Figure 2. Profilogram of taste of cake samples prepared with replacement of raisin in the recipe by fiber from Jerusalem artichoke vs. control

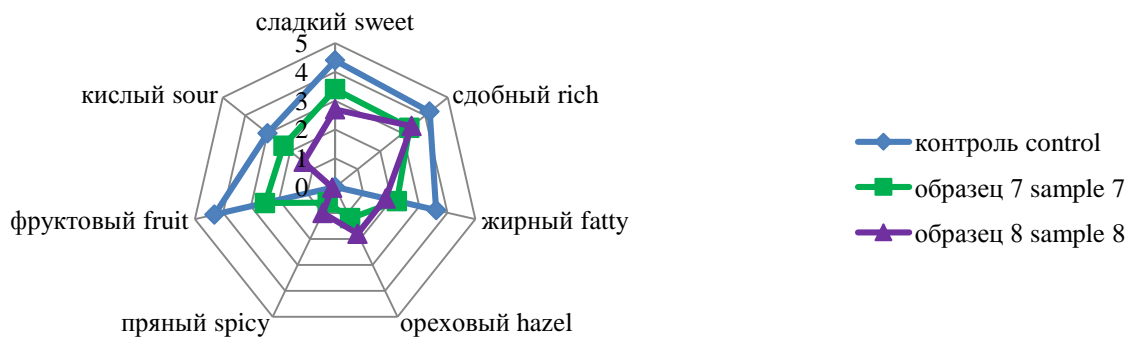


Рисунок 3. Профилограмма вкуса образцов кексов с заменой в рецептуре сахара на сироп из топинамбура и изюма на клетчатку топинамбура по сравнению с контрольным

Figure 3. Profilogram of taste of cake samples prepared with replacement of sugar in the recipe by sugar syrup from Jerusalem artichoke and replacement of raisin by fiber from Jerusalem artichoke vs. control

В образцах 7 и 8 при совместном внесении сиропа из топинамбура и клетчатки топинамбура незначительно снижалась интенсивность сдобного и жирнопривкусов, усиливались пряный и ореховый оттенки вкуса, кислый не изменялся, в образце 8 фруктовый вкус не ощущался.

Таким образом, наилучшими показателями качества по совокупности органолептических и физико-химических свойств обладал образец 8 с полной заменой сахара на сироп из топинамбура и изюма на клетчатку топинамбура.

В связи с наличием данных о возможности продления сроков годности изделий при внесении сиропа из топинамбура и клетчатки топинамбура, изучали изменение органолептических и физико-химических показателей качества контрольного и опытного образцов в процессе хранения при температуре 18–22 °С в течение 5 суток. В таблице 2 приведены результаты изменения высушиваемости кексов в процессе хранения на 2, 3, 4 и 5 сутки.

Изменение высушаемости кексов в процессе хранения

Table 2.

Wastage changing of cakes during storage

Продолжительность хранения, сут. Shelflife, days	Высушаемость, % Wastage, %						
	Контроль Control	Опытные образцы Test samples					
		1	2	3	4	7	8
1	0,22	1,55	1,58	0,14	0,22	0,21	0,43
2	0,97	1,28	0,55	0,26	0,77	0,24	0,26
3	0,68	0,69	0,41	0,35	0,62	0,33	0,36
4	0,87	0,54	0,61	0,75	0,69	0,54	0,56

Полученные данные показали, что в процессе хранения кексов происходили значительные изменения в органолептических показателях. На протяжении всего периода хранения форма всех образцов не изменялась, но наблюдалась незначительная деформация, появлялись трещинки, поверхность на ощупь становилась более сухой и твердой. В образцах с внесением сиропа из топинамбура (1–4) наименьшие изменения в состоянии мякиша отмечены при внесении 100% сиропа из топинамбура (образец 4), в течение 5 суток образец сохранял свою эластичность. Изделия с внесением сиропа из топинамбура лучше сохраняли аромат.

Внесение клетчатки топинамбура снижало эластичность и повышало крошковатость мякиша. Однако изменения в состоянии мякиша в течение всего срока хранения были незначительными.

Таким образом, совместное использование сиропа из топинамбура и клетчатки топинамбура (образцы 7 и 8) позволяет продлить сроки сохранения свежести изделий.

По результатам проведенных исследований была разработана рецептура и проект нормативной документации на новый вид кекса «Нежный с сиропом и клетчаткой из топинамбура».

Для нового изделия расчетным способом была определена пищевая ценность, анализ которой показал, что при внесении продуктов

переработки топинамбура по сравнению с контрольным образцом увеличилось содержание белка (на 2,36 г.) и пищевых волокон (на 19,57 г.). Содержание жира, моно- и дисахаридов снизилось на 2,29 и 1,87 г. соответственно. Основная часть углеводов в новом виде кекса представлена инулином и фруктозой, не вызывающими повышения уровня сахара в крови. Также увеличилось содержание водорастворимых витаминов, калия, кальция, фосфора, магния, марганца, цинка. Одновременно наблюдалось снижение содержания натрия. Энергетическая ценность разработанного изделия составила 1645 кДж, что на 75 кДж меньше, чем у контрольного образца.

Заключение

Результаты проведенных исследований показали, что использование в рецептуре кексов сиропа из топинамбура взамен сахара и клетчатки топинамбура взамен изюма позволит получить изделия с повышенной пищевой ценностью, расширить ассортимент функциональных мучных кондитерских изделий. При этом за счет внесения инулина и исключения из рецептуры сахара кексы можно рекомендовать для питания лиц, следящих за уровнем глюкозы в крови, а также для улучшения работы желудочно-кишечного тракта и повышения иммунитета.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кузнецова Т.Е. Обоснование мероприятий программы стимулирования сбыта продукции предприятиями кондитерской промышленности // Сб. науч. тр. участников XIII Междунар. науч. конф. молодых ученых и студентов (Мелитополь, 26–27 мая 2013 г.). Мелитополь: МИДМУ «КПУ», 2013. С. 114–119.

2 Тефикова С.Н., Никитин И.А., Аллилуева Н.М. Продукты переработки калины обыкновенной в технологиях пищевых продуктов функционального назначения // Матер. IX Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 20-летию специальности «Технология продукции и организация общественного питания». Саратов: ООО «ЦеСАин», 2015. С. 406–409.

3 Shi J. Functional Food Ingredients and Nutraceuticals: Processing Technologies, Second Edition. CRC Press, 2015. P. 639 – 660.

4 Никитин И.А. Теоретические аспекты технологии эффективной функциональности пищевых продуктов // Матер. науч.-практ. конф. с междунар. уч. «Усиление

конкурентного потенциала пищевых предприятий путем развития эффективных биотехнологий» (Санкт-Петербург – Пушкин, 15–16 сентября 2016 г.). СПб.: Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности, Санкт-Петербургский филиал, 2016. С. 84–87.

5 Королев А.А., Корнева Л.Я., Коптяева И.С., Фазулина О.Ф. и др. Разработка пищевых концентратов для рационов здорового питания // Вопросы питания. 2016. Т. 85. № S2. С. 195.

6 Yang L., He Q.S., Corcadden K., Udenigwe C.C. The prospects of Jerusalem artichoke in functional food ingredients and bioenergy production // Biotechnology Reports. 2015. V. 5. P. 77 – 88.

7 Johansson E., Prade T., Angelidaki I., Svensson S.-E. et al. Economically Viable Components from Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) in a Biorefinery Concept // International journal of molecular sciences. 2015. № 16(4). P. 8997-9016.

8 Алтуньян М.К., Хрипко И.А., Алтуньян С.В., Мандрик Е.А. Топинамбур как перспективное нетрадиционное сырье для производства продуктов функционального назначения // Изв. вузов. Пищевая технология. 2013. № 149-В2013. С. 18.

9 Abrams S.A., Griffin I.J., Hawthorne K.M, Liang L. et al. A combination of prebiotic short- and long-chain inulin-type fructans enhances calcium absorption and bone mineralization in young adolescents// The American journal of clinical nutrition. 2013. №. 1. P. 471 – 476.

10 Capriles V. D., Areas J.A.G. Effects of prebiotic inulin-type fructan structure, quality, sensory acceptance and glycemic response of gluten-free breads // Food Func. 2013. №4. P. 104 – 110.

REFERENCES

1 Kuznetsova T.E. The substantiation substantiation of measures sales promotion program production confectionery industry enterprises. Sb. nauch. tr. uchastnikov XIII Mezhdunar. nauch. konf. [Scientific booklets of XIII International Conference of young scientists and students (Melitopol, 26–27 may 2013)] Melitopol, MIDMU KPU, 2013, pp. 114–119. (in Russian)

2 Tefikova S.N., Nikitin I.A., Allilueva N.M. Products of viburnum common processing in the technology of functional food. Mater. IX Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoi 20-letiyu spetsial'nosti [Materials of IX Intern. scientific-practical. conf., devoted to the 20th Anniversary of the specialty 'Technology of production and public catering'] Saratov, 'TSeSAin' LLC, 2015, pp. 406–409. (in Russian)

3 Shi J. Functional Food Ingredients and Nutraceuticals: Processing Technologies, Second Edition. CRC Press, 2015, pp. 639 – 660.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Галина В. Поснова к. т. н., доцент, кафедра технологии переработки зерна, хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств, Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского (Первый казачий университет), ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, ktzhmkp@mgutm.ru

Наталья Г. Семенкина к. т. н., руководитель направления, ведущий научный сотрудник, направление информационных технологий, Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности, ул. Б. Черкизовская, 26а, г. Москва, 107553, Россия, infniixp@yandex.ru

Игорь А. Никитин к. т. н., заведующий кафедрой, кафедра технологии переработки зерна, хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств, Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского (Первый казачий университет), ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, nikito.igor@gmail.com

Юлия Н. Труфанова к. т. н., доцент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр. Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, julia.trufanova@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Галина В. Поснова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Наталья Г. Семенкина предложила методику проведения эксперимента

Игорь А. Никитин написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Юлия Н. Труфанова консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 30.01.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 16.02.2017

4 Nikitin I.A. The theoretical aspects of the effective functional food technology. Mater. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem "Usilenie konkurentnogo potentsiala" [Materials of scientific-practical conference with international participation 'Enhancing the competitive potential of the food enterprises through the development of effective biotechnology' (St. Petersburg – Pushkin, 15–16 September 2016)] Saint-Petersburg, Scientific Research Institute of Bakery Industry, St. Petersburg Branch, 2016, pp. 84–87. (in Russian)

5 Korolev A.A., Korneva L. Ya., Koptyaeva I.S., Fazulina O.F. et al. The development of food concentrates for healthy diets. *Voprosy pitaniya* [Feed questions] 2016, vol. 85, no. S2, p. 195. (in Russian)

6 Yang L., He Q.S., Corscadden K., Udenigwe C.C. The prospects of Jerusalem artichoke in functional food ingredients and bioenergy production. *Biotechnology Reports*. 2015, vol. 5, pp. 77 – 88.

7 Johansson E., Prade T., Angelidaki I., Svensson S.-E. Economically Viable Components from Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) in a Biorefinery Concept. *International journal of molecular sciences*, 2015, no. 16(4), pp. 8997-9016.

8 Altunian M.K., Khripko I.A., Altunian S.V., Mandrik E.A. The Jerusalem artichoke as a prospective non-traditional raw material for the production of functional purpose goods. *Izv. Vuzov. Pishcheva tekhnologiya*. [Food technology] 2013, no. 149-V2013, pp. 18. (in Russian)

9 Abrams S.A., Griffin I.J., Hawthorne K.M, Liang L. et al. A combination of prebiotic short- and long-chain inulin-type fructans enhances calcium absorption and bone mineralization in young adolescents. *The American journal of clinical nutrition*, 2013, no. 1, pp. 471 – 476.

10 Capriles V. D., Areas J.A.G. Effects of prebiotic inulin-type fructan structure, quality, sensory acceptance and glycemic response of gluten-free breads. *Food Func.*, 2013, no. 4, pp. 104 – 110.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Galina V. Posnova candidate of technical sciences, assistant professor, technology of grain processing, breadmaking, macaroni and confectionery industries department, Moscow State University of Technologies and Management named after K. G. Razumovsky (First Cossack University), Zemlyanoy Val Str., 73, Moscow, 109004, Russia, ktzhmkp@mgutm.ru

Natal'ya G. Semenkina candidate of technical sciences, Head of the Information Technologies Direction, leading researcher, Scientific Research Institute of Bakery Industry, B. Cherkizovskaya Str., 26a, Moscow, 107553, Russia, infniixp@yandex.ru

Igor' A. Nikitin candidate of technical sciences, Head of the Department, the Department of technology of grain processing, breadmaking, macaroni and confectionery industries, Moscow State University of Technologies and Management named after K. G. Razumovsky (First Cossack University), Zemlyanoy Val st., 73, Moscow, 109004, Russia, nikito.igor@gmail.com

Yuliya N. Trufanova candidate of technical sciences, assistant professor, technology of breadmaking, confectionery, macaroni and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia, julia.trufanova@gmail.com

CONTRIBUTION

Galina V. Posnova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Natal'ya G. Semenkina proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Igor' A. Nikitin wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Yuliya N. Trufanova consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.30.2017

ACCEPTED 2.16.2017