

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСА БИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ БАТАТА ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Э.А. Пьяникова¹, ryanikovaelvira@yandex.ru, <https://orcid.org//0000-0003-4424-7323>

А.Е. Ковалева¹, a.e.kovaleva@yandex.ru, <https://orcid.org//0000-0001-7807-1755>

О.В. Евдокимова², evdokimova_oxana@bk.ru, <https://orcid.org//0000-0002-0393-2327>

Е.Е. Павлова¹, pavlova.ekaterina0902@gmail.com

А.Е. Павлова¹, aepavlova@gmail.com

¹ Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия

² Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орел, Россия

Аннотация. Обогащение биоактивными веществами хлебобулочных изделий является весьма перспективным подходом для компенсации нутритивных проблем для организма человека. В совокупности продуктов данной группы пончики являются одним из популярных мучных изделий, востребованных в качестве фастфуда, так как обладают энергетической ценностью в более, чем 200 ккал, однако их пищевая ценность незначительна. В качестве обогащающего ингредиента предложен батат, для которого проведен сравнительный анализ пищевой ценности с учетом различных подходов термического воздействия (сырого, замороженного, запеченного). При запекании в батате сохраняются витамины А, группы В и С. Батат можно отнести к функциональным продуктам, он позволит повысить пищевую ценность пончиков. Математическим методом и пробными выпечками было определено оптимальное количество вводимой добавки, которая составила 300 г на 3 кг выхода пончиков. При замещении части пшеничной муки на батат запеченный снижается калорийность готового продукта, а также содержание белков, жиров и углеводов. Образец № 2 пончиков содержит витамин В₁, удовлетворяющий суточную потребность более чем на 5 %, витамин В₂ – на 2,7 %, витамин В₅ – на 1,2 %, витамин В₆ – на 1,3 %, чем в контрольном образце. Применение в рецептуре пончиков батата запеченного оказало влияние на присутствие в химическом составе витамина С (1,72 мг на 100 г продукта), витамина А (96,7 мкг на 100 г продукта). В образце № 2 содержание бета-каротина составляет 203 %. В пончиках с бататом содержатся минеральные вещества калий, кальций, магний, натрий, фосфор, железо, медь, марганец и селен.

Ключевые слова: пончики, батат, пищевая ценность, рецептура пончиков московских, витамин А, бета-каротин

Для цитирования: Возможности применения комплекса биоактивных веществ батата для обогащения хлебобулочных изделий / Э.А. Пьяникова, А.Е. Ковалева, О.В. Евдокимова и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2025. Т. 13, № 4. С. 31–42. DOI: 10.14529/food250404

Original article
DOI: 10.14529/food250404

THE POSSIBILITIES OF USING A COMPLEX OF BIOACTIVE SWEET POTATO SUBSTANCES TO ENRICH BAKERY PRODUCTS

E.A. Pyanikova¹, *pyanikovaelvira@yandex.ru*, <https://orcid.org//0000-0003-4424-7323>

A.E. Kovaleva¹, *a.e.kovaleva@yandex.ru*, <https://orcid.org//0000-0001-7807-1755>

O.V. Evdokimova², *evdokimova_oxana@bk.ru*, <https://orcid.org//0000-0002-0393-2327>

E.E. Pavlova¹, *pavlova.ekaterina0902@gmail.com*

A.E. Pavlova¹, *aepavlovaae@gmail.com*

¹Southwest State University, Kursk, Russia

²Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakin, Orel, Russia

Abstract. Enriching bakery products with bioactive substances is a promising approach to addressing nutritional deficiencies in the human body. Among products in this group, donuts are a popular flour product, popular as fast food, as they contain over 200 kcal, but their nutritional value is negligible. Sweet potato was proposed as a fortifying ingredient, for which a comparative nutritional analysis was conducted considering various thermal processing approaches (raw, frozen, and baked). Baking preserves vitamins A, B, and C. Sweet potato can be classified as a functional food, which can enhance the nutritional value of donuts. Using a mathematical method and test baking, the optimal amount of the additive was determined: 300 g per 3 kg of donut output. Replacing some of the wheat flour with baked sweet potato reduces the caloric content of the finished product. Sample No. 2 of the donuts contains vitamin B1, which satisfies the daily requirement by more than 5 %, vitamin B2 – by 2.7 %, vitamin B5 – by 1.2 %, vitamin B6 – by 1.3 %, compared to the control sample. The use of baked sweet potato in the donut recipe affected the presence of vitamin C (1.72 mg per 100 g of product) and vitamin A (96.7 µg per 100 g of product) in the chemical composition. In sample No. 2, the beta-carotene content is 203 %. Donuts with sweet potato contain the minerals potassium, calcium, magnesium, sodium, phosphorus, iron, copper, manganese and selenium.

Keywords: donuts, sweet potatoes, nutritional value, recipe of Moscow donuts, vitamin A, beta-carotene

For citation: Pyanikova E.A., Kovaleva A.E., Evdokimova O.V., Pavlova E.E., Pavlova A.E. The possibilities of using a complex of bioactive sweet potato substances to enrich bakery products. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2025, vol. 13, no. 4, pp. 31–42. (In Russ.) DOI: 10.14529/food250404

Введение

Питание можно отнести к одному из важных факторов, оказывающих влияние на здоровье человека. Оно определяет физическую и умственную работоспособность, продолжительность жизни человека, способствует повышению иммунитета в отношении неблагоприятной экологической обстановки, вредных привычек, стресса, физических и эмоциональных нагрузок. Немаловажным критерием поддержания здоровья является ежедневное снабжение его микронутриентами [1, 2]. Это возможно за счет разработки технологий обогащенных пищевых продук-

тов с введением в рецептуру дополнительных ингредиентов или частичного замещения основного ингредиента.

Хлебобулочные изделия являются ежедневным продуктом потребления. Для улучшения их пищевой ценности необходимо вводить в рецептуру различные обогатители. Согласно ГОСТ 32677-2014 к хлебобулочным изделиям относятся пончик – «жареное хлебобулочное изделие, вырабатываемое без начинки». Воздушные, ароматные, с мелкопористой структурой пончики пользуются популярностью у людей любой возрастной группы, которые можно встретить в каждой кон-

дитерской, кафе, сетевой рознице и других предприятиях общественного питания. Сладкие воздушные пончики, жареные во фритюре, нельзя назвать диетическим десертом. Поэтому актуальным является обогащение пончиков биоактивными веществами с целью повышения их пищевой ценности. В качестве обогатителя был выбран батат запеченный.

Батат – овощ, который еще называют «сладкий картофель» (*Ipomoea batatas L.*), является важной сельскохозяйственной культурой в Африке, Азии и Латинской Америке [3]. Батат не является родственником привычного картофеля и не принадлежит к семейству пасленовых, к которому относится картофель. Он принадлежит к семейству выонковые [4], его сородичей более 1000 видов, но батат – единственное культурное растение. Батат – травянистая лиана с длинными (до 5 м) ползучими стеблями-плетями, укореняющимися в узлах. Боковые корни батата сильно утолщаются и образуют клубни весом от 200 г до 1 кг и более [5].

В мире существует около 7000 сортов батата. Наиболее активная селекция ведется в США и странах Азии [6]. Современные зарубежные сорта в нашу страну попали благодаря энтузиастам, которые привезли из-за границы клубни или черенки для дальнейшего выращивания. В зависимости от условий выращивания сортовые признаки батата могут проявляться не всегда одинаково. Между собой сорта отличаются не только вкусовыми свойствами клубней и внешним видом, но и требованиями к почвам, поливу, длине теплого периода.

В России батат выращивают в Башкортостане, в Хакасии и Краснодарском крае. Органический батат выращивают в Северском районе Краснодарского края таких сортов, как «Победа», «Винницкий Розовый», «Перпл», «Бельва».

Большинство «сладкого картофеля» – это достаточно крупные клубни, с толстой серединой и сужающимися концами, бывает белым, жёлтым, оранжевым, фиолетовым и красным [7, 8] из-за различий в составе в корнеплодах и содержании фенольных соединений и пигментов. Кожура батата может быть красновато-коричневой, коричневой, кремовой, светло-фиолетовой или красной. Мякоть может быть оранжевой (как у обычного вида), желтой, кремово-белой (как у японского вида) или даже выраженно пурпурной (как у оки-

навского батата). Батат с белой или бледно-желтой мякотью – менее сладкий, чем, например, с оранжевой мякотью.

Благодаря устойчивому производству и высокому содержанию крахмала батат является ценным источником сырья для производства крахмала и продуктов питания и промышленных товаров на его основе. Используется не только как самостоятельный продукт в различных кулинарных блюдах, но и для производства муки, хлебобулочных изделий и лапши. Достаточно широкая ассортиментная линейка продуктов переработки, его можно вялить, сушить кусочками, консервировать, замораживать, измельчать в хлопья, добавлять в йогурты, измельчать в пюре, запекать и жарить [9]. Вкусовой акцент у батата – очевидно сладковатый с приятным пряным оттенком, близким по вкусу тыквы и моркови одновременно.

В корнеплоде витамин А содержится в форме бета-каротина [10], который влияет на здоровье глаз, кожи и иммунитета. Витамин С обладает антиоксидантными свойствами и укрепляет иммунитет. Особенно ярко-оранжевые и фиолетовые сорта богаты антиоксидантами, что способствует борьбе с окислительным стрессом и снижают риск развития хронических заболеваний, включая сердечно-сосудистые, рак и диабет второго типа.

Батат оказывает положительное влияние на пищеварение, так как содержит пищевые волокна в количестве 16,5 % от суточной нормы. Растворимые волокна помогают контролировать уровень сахара в крови и снижают холестерин, а нерастворимые нормализуют работу кишечника. Таким образом, батат – это функциональный продукт, который позволит повысить пищевую ценность пончиков [11].

Целью данного исследования является изучение влияния батата, подвергнутого температурной обработке, на химический состав готовых хлебобулочных изделий.

Объекты и методы исследований

Объекты исследования:

- контрольный образец – хлебобулочные изделия «Пончики московские»;
- модельные образцы пончиков с внесением батата путем частичной замены основного сырья на запеченный батат.

Определение витаминно-минерального состава осуществляли в соответствии с действующей нормативной документацией. Содерж-

жение витамина А осуществляли по ГОСТ Р 54635-2011, бета-каротина – по ГОСТ ЕН 12823-2-2014, витаминов В1, В2, В5 – по ГОСТ 32042-2012, витамина В4 – по СТБ 2545-2019, витамина В6 – по ГОСТ ЕН 14164-2014, витамина В9 – по МУК 4.1.3605-20, витамина С – по ГОСТ 24556-89, ГОСТ Р 52690-2006, витамина Е – по ГОСТ Р 54643-2011, витамина Н – по ГОСТ ЕН 15607-2015, витамина К – по ГОСТ ЕН 14148-2015, витамина РР – по ГОСТ 29140-91. Минеральные вещества определяли: калий, кальций, магний, марганец, натрий, фосфор – по ГОСТ Р 4.1.1672-03, железо, медь, цинк – по ГОСТ 26928, ГОСТ 30178, селен – по ГОСТ 31707, молибден – по ГОСТ ЕН 14083-2013.

Результаты и их обсуждение

Батат богат углеводами, из которых значительная часть до 12 г на 100 г продукта приходится на крахмал, на сахара 4 г на 100 г продукта [12]. В батате также есть такие важные питательные вещества, как моносахариды, сложные углеводы, пищевые волокна, бета-каротин (источник витамина А), витамин В6, витамин С [13] и другие микроэлементы, включая марганец, медь, калий и железо. На первом этапе для обоснования обогащающего ингредиента проведен сравнительный анализ химического состава батата при разных методах термического воздействия, который представлен в табл. 1.

Из данных табл. 1 следует, что при запекании содержания крахмала в батате снижается на 58,5 %, содержание сахара, наоборот, увеличивается на 54,7 %. Во время нагревания при запекании при достижении температуры до 57–77 °С в батате происходит разрушение структуры крахмала под действием фермента амилазы. Он приобретает вязкую структуру за счет гидролиза полисахаридов, сначала при нагревании в духовом шкафу образуются декстрины, затем происходит разложение на дисахарид мальтозы и сладкую глюкозу. Чем большее количество крахмальных зерен расщепится, тем сладче будет вкус у батата, кроме того, при запекании мальтоза подвергается реакции Майяра, что также придает сладость и аромат. Замораживание запеченного батата не влияет на содержание сахаров в нем, они сохраняются в том же количестве, следовательно, запеченный замороженный батат также можно использовать при приготовлении обогащенных пончиков. Кроме того, при за-

пекании батата в кожуре сохраняется содержание витаминов А [14], группы В, С и минеральных веществ.

Таким образом, в качестве обогащающего компонента готовых хлебобулочных изделий использовали запеченный батат. Рецептура разрабатываемого нового вида пончиков с добавлением батата, представлена в табл. 2. Расчет произведен с выходом на 3 кг готового продукта (пончиков московских) и разрабатываемого нового вида пончиков с добавлением запеченного батата).

Количество батата запеченного 300 г на данный выход пончиков было определено математическим методом планирования эксперимента с учетом минимально необходимого для достижения максимального эффекта в улучшении пищевой ценности готовых пончиков, то есть количество добавки, которое не будет вызывать отклонений в состоянии организма человека без риска для здоровья.

В образце № 1 в утвержденную на предприятии рецептуру пончиков московских в качестве обогатителя без изменения количества вносимого сырья было добавлено 300 г батата запеченного. В образце № 3 13 % муки пшеничной высшего было заменено на батат запеченный и дополнительно введено еще 100 г батата запеченного. В образце № 2 была произведена замена 19,5 % муки пшеничной высшего сорта бататом запеченым. То есть было заменено 300 г муки пшеничной высшего сорта на 300 г батата запеченного.

По влиянию вносимой добавки на технологические факторы и органолептические свойства готового продукта (пончика) оптимальной рецептурой при отработке образцов была определена рецептура образца № 2.

Исследования химического состава образца № 3 в сравнении с образцом № 2 показало, что изменения пищевой ценности у анализируемых нутриентов не имеют существенных изменений. Поэтому дальнейшее исследования химического состава и пищевой ценности образца пончиков № 3 не приводились.

В качестве контрольного образца выбрана рецептура пончиков московских, адаптированная ООО «Перемена» под имеющееся на предприятии оборудование.

Химический состав анализируемых модельных образцов пончиков представлен в табл. 3.

Сравнительный анализ химического состава батата

Таблица 1

Энергетиче- ская ценность и нутриент- ный состав	Норма	Батат сырой		Батат запечен- ный		Батат заморо- женный сырой		Батат заморо- женный запе- ченный	
		коли- чество	% от нор- мы в 100 г	коли- чество	% от нор- мы в 100 г	коли- чество	% от нор- мы в 100 г	коли- чество	% от нор- мы в 100 г
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Энергетиче- ская ценность, ккал	1684	86	5,1	90	5,3	96	5,7	100	5,9
Белки, г	76	1,6	2,1	2,0	2,6	1,7	2,2	1,7	2,2
Жиры, г	56	0,1	0,2	0,2	0,4	0,2	0,4	0,1	0,2
Углеводы, г	219	17,1	7,8	17,4	7,9	20,5	9,4	21,6	9,9
Углеводы об- щие, г	–	20,1	–	20,7	–	22,2	–	23,4	–
Пищевые во- локна, г	20	3,0	15,0	3,3	16,5	1,7	8,5	1,8	9,0
Вода, г	2273	77,3	3,4	75,8	3,3	74,9	3,3	73,7	3,2
Зола, г	–	1,0	–	1,4	–	1,0	–	1,1	–
Витамины									
Витамин А, РЭ, мкг	900	709	78,8	961	106,8	518	57,6	1043	115,9
альфа Каро- тин, мкг	–	7	–	43	–	–	–	47	–
бета Каротин, мкг	5	8,509	170,2	11,51	230,2	6,22	124,4	12,5	250,0
Витамин В ₁ , тиамин, мг	1,5	0,078	5,2	0,107	7,1	0,067	4,5	0,066	4,4
Витамин В ₂ , рибофлавин, мг	1,8	0,061	3,4	0,106	5,9	0,051	2,8	0,056	3,1
Витамин В ₄ , холин, мг	500	12,3	2,5	13,1	2,6	–	–	0,56	11,2
Витамин В ₅ , пантотеновая, мг	5	0,8	16,0	0,884	17,7	0,515	10,3	0,186	9,3
Витамин В ₆ , пиридоксин, мг	2	0,209	10,5	0,286	14,3	0,177	8,9	0,022	5,5
Витамин В ₉ , фолаты, мкг	400	11,0	2,8	6,0	1,5	21,0	5,3	9,1	10,1
Витамин С, аскорбиновая, мг	90	2,4	2,7	19,6	21,8	13,3	14,8	0,56	5,1
Витамин Е, альфа токофе- рол, ТЭ, мг	15	0,26	1,7	0,71	4,7	–	–	0,186	–
бета Токофе- рол, мг	–	0,01	–	0,01	–	–	–	–	–

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Витамин K, филлохинон, мкг	120	1,8	1,5	2,3	1,9	—	—	2,5	2,1
Витамин PP, НЭ, мг	20	0,557	2,8	1,487	7,4	0,597	3,0	0,555	2,8
Бетаин, мг	—	—	—	34,6	—	—	—	—	—
Макроэлементы									
Калий, K, мг	2500	337,0	13,5	475,0	19,0	365,0	14,6	377,0	15,1
Кальций, Ca, мг	1000	30,0	3,0	38,0	3,8	37,0	3,7	35,0	3,5
Магний, Mg, мг	400	25,0	6,3	27,0	6,8	22,0	5,5	21,0	5,3
Натрий, Na, мг	1300	55,0	4,2	36,0	2,8	6,0	0,5	8,0	0,6
Сера, S, мг	1000	15,7	1,6	20,1	2,0	17,1	1,7	17,1	1,7
Фосфор, P, мг	800	47,0	5,9	54,0	6,8	45,0	5,6	44,0	5,5
Микроэлементы									
Железо, Fe, мг	18	0,61	3,4	0,69	3,8	0,53	2,9	0,54	3,0
Марганец, Mn, мг	2	0,258	12,9	0,497	24,9	0,665	33,3	0,665	33,3
Медь, Cu, мкг	1000	151,0	15,1	161,0	16,1	177,0	17,7	183,0	18,3
Селен, Se, мкг	55	0,6	1,1	0,2	0,4	0,6	1,1	0,6	1,1
Цинк, Zn, мг	12	0,3	2,5	0,32	2,7	0,31	2,6	0,3	2,5

Таблица 2
Рецептура разрабатываемого нового вида пончиков с добавлением батата

Наименование продукта	Расход сырья на 3 кг готового продукта							
	контрольный образец		образец № 1		образец № 2		образец № 3	
	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%
Мука пшеничная высший сорт, г	1542	49,5	1542	45,1	1242	39,9	1342	41,7
Вода питьевая, мл	1320	42,4	1320	38,7	1320	42,4	1320	41,1
Сахар, г	150	4,8	150	4,4	150	4,8	150	4,7
Соль, г	24	0,8	24	0,7	24	0,8	24	0,75
Ванилин, г	12	0,4	12	0,4	12	0,4	12	0,38
Дрожжи прессован- ные, г	15	0,5	15	0,4	15	0,5	15	0,47
Маргарин, г	51	1,6	51	1,5	51	1,6	51	1,6
Батат запеченный	—	—	300	8,8	300	9,6	300	9,3
Итого	3114	100	3412	100	3114	100	3212	100

Таблица 3

Химический состав анализируемых образцов пончиков

Нутриент	Норма суточной потребности	Контрольный образец		Образец № 1		Образец № 2		Образец № 3	
		количество	% суточной потребности	количество	% суточной потребности	количество	% суточной потребности	количество	% суточной потребности
Калорийность (ккал)	1306	273,5	21,0	258,7	20,0	249,3	19,0	252,6	19,0
Белки (г)	78	4,4	5,6	4,2	5,4	3,8	4,9	3,9	5,0
Жиры (г)	57	10,7	19,0	9,8	17,0	10,5	18,0	10,3	18,0
Углеводы (г)	119	38,9	33,0	37,4	31,0	34,0	29,0	35,2	30,0
Пищевые волокна (г)	20	1,1	5,5	1,3	6,5	1,2	6,0	1,2	6,0
Вода (г)	2321	38,8	1,9	40,3	2,0	42,5	2,2	49,4	2,1

Результаты проведенных исследований показали, что содержание белков, жиров и углеводов (БЖУ) в пончиках московских (на 100 г продукта) составляет: белки – 4,4 г, жиры – 10,7 г, углеводы – 38,9 г. В то же время в образце № 2 пончиков при замещении части пшеничной муки на батат запеченный калорийность готового продукта снижается на 3 %, содержание белков, жиров и углеводов также уменьшается на 0,5; 1,0 и 3 % соответственно. Однако высокое содержание жиров и сахара может привести к повышению уровня сахара в крови. Результаты определения содержания витаминов в разработанных образцах пончиков с бататом и контрольном образце представлены в табл. 4.

Содержание витаминов в пончиках прежде всего определяется используемой в качестве основного сырья пшеничной мукой (отсутствуют витамины A, C, и D) и дрожжевой закваской (присутствуют витамины группы В) при превалирующем содержании сахаров и жиров. Витаминный состав пончиков (на 100 г продукта) представлен витамином В₁, который удовлетворяет суточную потребность более чем на 5 %, витамин В₂ – на 2,7 %. Витамин В₄ содержится в пончиках в незначительном количестве, содержание витамина В₅ составило в образце № 2 – 0,17 мг, что на 1,2 % больше, чем в контрольном образце. Содержание витамина В₆ также увеличилось на 1,3 % по сравнению с контрольным образцом.

Применение в рецептуре пончиков батата запеченного оказало влияние на присутствие в составе образца № 2 витамина С в количестве 1,72 мг, а также на содержание витамина А – 96,7 мкг, что на 84,5 мкг больше, чем в контрольном образце. В образце № 2 содержание бета-каротина составляет 203 %. Бета-каротин является разновидностью каротиноида, пигмента, придающего интенсивный цвет батату (оранжево-желтый). В организме бета-каротин превращается в витамин А, который необходим организму для поддержания здорового зрения, иммунитета, деления клеток и других функций. Бета-каротин – мощный антиоксидант, обладает иммуностимулирующим и защитным действием, он незаменим для нормальной работы организма. Однако только часть этого вещества превращается в витамин А: из 12 молекул бета-каротина лишь одна идет на производство витамина. Оставшиеся 11 молекул действуют как антиоксидант – защищают клетки кожи от повреждений свободными радикалами и преждевременного старения, питают ее изнутри, профилактируя множественные проблемы здоровья.

Минеральные вещества обеспечивают энергетический обмен, участвуют в образовании костной и соединительной ткани, синтезе холестерина и других процессах. Результаты определения содержания минеральных веществ в разработанных образцах пончиков с бататом и контрольном образце представлены в табл. 5.

Таблица 4
Содержание витаминов в анализируемых образцах пончиков

Нутриент	Норма суточной потребности	Контрольный образец		Образец № 1		Образец № 2		Образец № 3	
		количество	% суточной потребности	количество	% суточной потребности	количество	% суточной потребности	количество	% суточной потребности
Витамины									
Витамин А, РЭ (мкг)	900	12,2	1,4	88,9	9,9	96,7	11,0	93,9	10
Альфа Каротин (мг)	5	9,112	182,0	3,473	–	3,779	–	3,671	–
Бета Каротин (мг)	–	–	–	9,306	186,0	10,124	203,0	9,836	197
Витамин В ₁ , тиамин (мг)	1,5	0,093	6,2	0,094	6,3	0,084	5,6	0,087	5,8
Витамин В ₂ , рибофлавин (мг)	1,8	0,049	2,7	0,053	2,9	0,049	2,7	0,05	2,8
Витамин В ₄ , холин (мг)	500	4,9	1,0	5,56	1,1	5,14	1,0	5,29	1,1
Витамин В ₅ , пантотеновая (мг)	5	0,109	2,2	0,173	3,5	0,17	3,4	0,171	3,4
Витамин В ₆ , пиридоксин (мг)	2	0,003	0,2	0,027	1,4	0,029	1,5	0,028	1,4
Витамин В ₉ , фолаты (мкг)	400	16,433	4,1	15,59	3,9	14,236	3,6	14,713	3,7
Витамин С, аскорбиновая (мг)	90	0	–	1,58	1,8	1,72	1,9	1,67	1,9
Витамин Е, альфа токоферол, ТЭ (мг)	15	1,535	10,0	1,468	9,8	1,588	11,0	1,546	10
Витамин Н, биотин (мкг)	50	0,132	0,3	0,121	0,2	0,132	0,3	0,128	0,3
Витамин К, филлохинон (мкг)	120	1,7	1,4	1,7	1,4	1,8	1,5	1,8	1,5
Витамин PP, НЭ (мг)	20	0,0628	0,3	0,0578	0,3	0,0628	0,3	0,061	0,3
Ниацин (мг)	–	0,593	–	0,667	–	0,62	–	0,636	–

В пончиках с бататом (на 100 г продукта) содержатся: калий – 99,4 мг, что на 28,56 мг больше, чем в контрольном образце, кальций – 14,9 мг, магний – 12,53 мг, натрий 277,71 мг, что обеспечивает 21 % суточной потребности,

фосфор 45,5 – мг, железо – 0,555 мг, медь – 1,5 мкг. Потребность организма в марганце при употреблении 100 г пончиков с бататом будет удовлетворяться на 18 %, а в селене – на 9,7 %.

Таблица 5

Содержание минеральных веществ в анализируемых образцах пончиков

Нутриент	Норма суточной потребности	Контрольный образец		Образец № 1		Образец № 2		Образец № 3	
		количество	% суточной потребности	количество	% суточной потребности	количество	% суточной потребности	количество	% суточной потребности
Минеральные вещества									
Калий, K (мг)	2500	70,81	2,8	103,46	4,1	99,46	4,0	100,87	4,0
Кальций, Ca (мг)	1000	13,31	1,3	15,31	1,5	14,9	1,5	15,04	1,5
Магний, Mg (мг)	400	12,35	3,1	13,54	3,4	12,53	3,1	12,88	3,2
Натрий, Na (мг)	1300	274,73	21,0	255,44	20,0	277,71	21,0	269,87	21,0
Фосфор, P (мг)	800	50,2	6,3	50,5	6,3	45,5	5,7	47,3	5,9
Железо, Fe (мг)	18	0,608	3,4	0,616	3,4	0,555	3,1	0,577	3,2
Марганец, Mn (мг)	2	0,3816	19,0	0,3912	20,0	0,553	18,0	0,3679	18,0
Медь, Cu (мкг)	1000	1,5	0,2	1,39	0,1	1,5	0,2	1,46	0,1
Молибден, Mo (мкг)	70	0,035	0,1	0,032	0,1	0,035	0,1	0,034	—
Селен, Se (мкг)	55	6,621	12,0	6,103	11,0	5,356	9,7	5,619	10,0
Цинк, Zn (мг)	12	0,4581	3,8	0,4454	3,7	0,3966	3,3	0,4138	3,4
Омега-6 жирные кислоты (г)	4,8–17,2	0,001	—	0,001	—	0,001	—	0,001	—
Холестерин (мг)	max 300	1,14	0,4	1,05	0,4	1,14	0,4	1,11	0,4

Заключение

В ходе изучения влияния батата запеченного на химический состав готовых хлебобулочных изделий на примере пончиков московских было установлено, что оптимальной рецептурой при отработке образцов была определена рецептура образца № 2.

В готовом изделии:

– уменьшается калорийность с 273,5 ккал (в контрольном образце) до 249,3 ккал за счет снижения содержание белков, жиров и углеводов на 0,5; 1,0 и 3 % соответственно;

– увеличивается содержание витаминов: А (11 % от суточной нормы), бета-каротина (203 % от суточной нормы), В₁ (5,6 % от су-

точной нормы), В₅ (3,4 % от суточной нормы), В₂ (2,7 % от суточной нормы), Е (11 % от суточной нормы), К (1,5 % от суточной нормы); добавляется витамин С (1,9 % от суточной нормы);

– содержатся следующие минеральные вещества: калий – 99,46 мг, кальций – 14,9 мг, магний – 12,53 мг, натрий – 277,71 мг, фосфор – 45,5 мг, железо – 0,555 мг, медь – 1,5 мг, марганец – 0,553 мг, и селен – 5,356 мг.

Таким образом, батат запеченный может быть рекомендован для использования в рецептурах других хлебобулочных изделий, что будет оказывать положительное влияние на пищевую ценность готового изделия.

Список литературы

1. Liu J., Lee Y., Micha R., Li Y., Mozaffarian D. Trends in junk food consumption among US children and adults, 2001–2018 // *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2021. Vol. 114. Is. 3. P. 1039–1048. DOI: 10.1093/ajcn/nqab129.
2. Щербакова Е.И., Рущиц А.А. Использование растительной добавки с целью повышения пищевой ценности мучных кулинарных изделий // Вестник ЮУрГУ. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2014. Т. 2. № 1. С. 94–99.
3. Влияние добавки муки из корнеклубней сортов батата (*Ipomoea batatas* Lam.) с окрашенной мякотью на хлебопекарные и потребительские качества пшеничного хлеба / В.С. Бобков, М.Н. Полякова, А.А. Мелешин, И.Н. Ворончихина // Овощи России. 2022. № 3. С. 76–81. DOI: 10.18619/2072-9146-2022-3-76-81. ё
4. Esatbeyoglu T., Rodríguez-Werner M., Schlosser A., et al. Fractionation, enzyme inhibitory and cellular antioxidant activity of bioactives from purple sweet potato (*Ipomoea batatas*) // *Food Chemistry*. 2017. 221. P. 447–456.
5. Подлесный В.Б. Культура батата – перспективное направление российского овощеводства // Овощи России. 2014. № 2(23). С. 46–49.
6. Поварницына А.В., Шитикова А.В. Возможности выращивания батата в агроэкологических условиях Цен-трального района нечерноземной зоны // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 73–78. С. 151–155. DOI: 10.18411/lj-05-2021-332.
7. Zou H., Xu L., Xu Z., Xie W., et al. Effects of ultra-high temperature treatment and packages on baked purple sweet potato nectar // *LWT*. 2018. Vol. 94. P. 129–135, DOI: 10.1016/j.lwt.2018.04.037.
8. Kim H.W., Kim J.B., Cho S.M. et al. Anthocyanin changes in the Korean purple-fleshed sweet potato, Shinzami, as affected by steaming and baking // *Food Chemistry*. 2012. Vol. 130. Issue 4. P. 966–972. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.08.031.
9. De Paula C.D., Pastrana-Puche Y.I., Viloria-Benítez K.M. et al. Physicochemical and sensory evaluation of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) restructured products produced in the Sinu Valley, Colombia // *Heliyon*. 2021. Vol. 7. Issue 8. e07691. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e07691.
10. Laurie S.M., Faber M., Claasen N., Incorporating orange-fleshed sweet potato into the food system as a strategy for improved nutrition: The context of South Africa // *Food Research International*. 2018. Vol. 104. P. 77–85. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.09.016.
11. Vidal A., Zácedo A., Ramos M. Propiedades nutrimentales del camote (*Ipomoea batatas* L.) y sus beneficios en la salud humana Revista // Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. 2018. Vol. 19 (2). P. 132–146. URL: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81357541001>
12. Волкова А.В. Влияние вида муки на потребительские свойства чипсов из корнеклубней батата // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 114-7. С. 146–148. DOI: 10.18411/trnjo-10-2024-320.
13. Магомедова Б.М., Асадулаев З.М., Яровенко Ю.А. Батат как ценная пищевая культура для Республики Дагестан (Первое сообщение) // Ботанический вестник Северного Кавказа. 2017. № 4. С. 24–33.
14. Nzamwita M., Duodu K.G., Minnaar A. Stability of β-carotene during baking of orange-fleshed sweet potato-wheat composite bread and estimated contribution to vitamin A requirements // *Food Chemistry*. 2017. Vol. 228. P. 85–90, DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.01.133.

References

1. Liu J., Lee Y., Micha R., Li Y., Mozaffarian D. Trends in junk food consumption among US children and adults, 2001–2018. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2021, vol. 114, is. 3, pp. 1039–1048. DOI: 10.1093/ajcn/nqab129.
2. Shcherbakova E.I., Ruschits A.A. The use of herbal supplements to increase the nutritional value of flour culinary products. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and biotechnology*, 2014, vol. 2, no. 1, pp. 94–99. (In Russ.)

3. Bobkov V.S., Polyakova M.N., Meleshin A.A., Voronchikhina I.N. The effect of the addition of flour from sweet potato root tubers (*Ipomoea batatas* Lam.) with colored pulp on the baking and consumer qualities of wheat bread. *Vegetables of Russia*, 2022, no. 3, pp. 76–81. (In Russ.) DOI: 10.18619/2072-9146-2022-3-76-81.
4. Esatbeyoglu T., Rodríguez-Werner M., Schlösser A., et al. Fractionation, enzyme inhibitory and cellular antioxidant activity of bioactives from purple sweet potato (*Ipomoea batatas*). *Food Chemistry*, 2017, vol. 221, pp. 447–456.
5. Podlesny V.B. Sweet potato culture is a promising area of Russian vegetable growing. *Vegetables of Russia*, 2014, no. 2(23). pp. 46–49. (In Russ.)
6. Povarnitsyna A.V., Shitikova A.V. The possibilities of growing sweet potatoes in the agroecological conditions of the central area of the non-Chernozem zone. *Trends in the development of science and education*, 2021, no. 73-78, pp. 151–155. (In Russ.) DOI: 10.18411/lj-05-2021-332
7. Zou H., Xu L., Xu Z., Xie W., et al. Effects of ultra-high temperature treatment and packages on baked purple sweet potato nectar. *LWT*, 2018, vol. 94, pp. 129–135, DOI: 10.1016/j.lwt.2018.04.037.
8. Kim H.W., Kim J.B., Cho S.M. et al. Anthocyanin changes in the Korean purple-fleshed sweet potato, Shinzami, as affected by steaming and baking. *Food Chemistry*, 2012, vol. 130, issue 4, pp. 966–972. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.08.031.
9. De Paula C.D., Pastrana-Puche Y.I., Viloria-Benítez K.M., et al. Physicochemical and sensory evaluation of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) restructured products produced in the Sinu Valley, Colombia. *Heliyon*, 2021, vol. 7, issue 8, e07691. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e07691.
10. Laurie S.M., Faber M., Claasen N., Incorporating orange-fleshed sweet potato into the food system as a strategy for improved nutrition: The context of South Africa. *Food Research International*, 2018, vol. 104, pp. 77–85. DOI : 10.1016/j.foodres.2017.09.016.
11. Vidal A., Zaúcedo A., Ramos M. Propiedades nutrimentales del camote (*Ipomoea batatas* L.) y sus beneficios en la salud humana Revista. *Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 2018, 19 (2), pp. 132–146. URL: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81357541001>
12. Volkova A.V. The influence of the type of flour on the consumer properties of sweet potato root chips. *Trends in the development of science and education*, 2024, no. 114-7, pp. 146–148. (In Russ.) DOI: 10.18411/trnio-10-2024-320.
13. Magomedova B.M., Asadulaev Z.M., Yarovenko Yu.A. Sweet potato as a valuable food crop for the Republic of Dagestan (First report). *Botanic Bulletin of the North Caucasus*, 2017, no. 4, pp. 24–33. (In Russ.)
14. Nzamwita M., Duodu K.G., Minnaar A. Stability of β-carotene during baking of orange-fleshed sweet potato-wheat composite bread and estimated contribution to vitamin A requirements. *Food Chemistry*, 2017, vol. 228, pp. 85–90. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.01.133.

Информация об авторах

Пьянкова Эльвира Анатольевна, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Товароведение, технология и экспертиза товаров», Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия; ryanikovaelvira@yandex.ru

Ковалева Анна Евгеньевна, кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры «Товароведение, технология и экспертиза товаров», Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия; a.e.kovaleva@yandex.ru

Евдокимова Оксана Валерьевна, доктор технических наук, профессор, проректор по учебной работе и молодежной политике, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орел, Россия; evdokimova_oxana@bk.ru

Павлова Екатерина Евгеньевна, студент кафедры «Товароведение, технология и экспертиза товаров», Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия; pavlova.ekaterina0902@gmail.com

Павлова Анна Евгеньевна, студент кафедры «Товароведение, технология и экспертиза товаров», Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия; aepavlovaae@gmail.com

Information about the authors

Elvira A. Pyanikova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Commodity Science, Technology and Expertise of Goods, Southwest State University, Kursk, Russia; pyanikovaelvira@yandex.ru

Anna E. Kovaleva, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Commodity Science, Technology and Expertise of Goods, Southwest State University, Kursk, Russia; a.e.kovaleva@yandex.ru

Oksana V. Evdokimova, Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-Rector for Academic Affairs and Youth Policy, Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakin, Orel, Russia; evdokimova_oxana@bk.ru

Ekaterina E. Pavlova, Student of the Department of Commodity Science, Technology and Expertise of Goods, Southwest State University, Kursk, Russia; pavlova.ekaterina0902@gmail.com

Anna E. Pavlova, Student of the Department of Commodity Science, Technology and Expertise of Goods, Southwest State University, Kursk, Russia; aepavlovaae@gmail.com

Статья поступила в редакцию 06.10.2025

The article was submitted 06.10.2025