



Научная статья

05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания (технические науки)

УДК 664.66

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.021

КАЧЕСТВО И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ КОМПОЗИТНЫХ СМЕСЕЙ С ВКЛЮЧЕНИЕМ ПОЛБЫ

Юлия Александровна Бец¹, Ирина Владимировна Панкрашкина²,
Наталья Леонидовна Наумова³

^{1, 2, 3} Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Челябинск, Россия

¹ bets.jul@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9572-130X>

² v.lyulkovitch@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2863-0464>

³ n.naumova@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0586-6359>

Аннотация. В сравнении с зерном мягкой пшеницы полба содержит больше белка, редуцирующих сахаров, полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон, витаминов, минеральных элементов. Целью исследований стала оценка качества и пищевой ценности композитных смесей на основе полбы. Установлено, что композиция «Фитнес микс полба» превалирует по количеству липидов (в 12,5 раз) и белка (на 15,9 %), размер которого составляет 3–5 мкм; отличается повышенным содержанием эссенциальных минеральных элементов – Si и Mg (в 3 раза), Mo, Zn и Mn (в 1,8–1,9 раза), Ca и Fe (в 1,6 раза), Si (на 29,8 %), P (на 20,2 %), витаминов – рибофлавина (в 2,8 раза), тиамина (на 22 %) и токоферола. Смесь «Пшеничная с полбой» превосходит аналог по уровню пищевых волокон (на 60,2 %) и зольности (на 18,7 %). Клейковина этой смеси относится ко II группе качества. Присутствующие белки имеют более крупные размеры – 10–20 мкм. Из минеральных элементов содержится больше условно необходимых и с неустановленной биологической ролью, а именно, Al (в 84,5 раза), Sn (в 4,5 раза), Te (в 2 раза), Ti (в 1,8 раза), Cr и V (в 1,5 раза). Однако смесь «Фитнес микс полба» по фактическому содержанию белка и липидов отклоняется от норм ТУ 10.61.24-093-18256266-2017, смесь «Пшеничная с полбой» – по количеству белка.

Ключевые слова: хлебопекарная промышленность, композитные смеси, полба, качество, пищевая ценность, химический состав.

Для цитирования: Бец, Ю. А., Панкрашкина, И. В., Наумова, Н. Л. Качество и пищевая ценность композитных смесей с включением полбы // Ползуновский вестник. 2021. № 3. С. 155–162. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.021.

Original article

QUALITY AND NUTRITIONAL VALUE OF COMPOSITE MIXTURES INCLUDING SPELT WHEAT

Julia A. Betz¹, Irina V. Pankrashkina², Natalia L. Naumova³

^{1, 2, 3} South Ural State University (NIU), Chelyabinsk, Russia

¹ bets.jul@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9572-130X>

² v.lyulkovitch@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2863-0464>

³ n.naumova@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0586-6359>

© Бец, Ю. А., Панкрашкина, И. В., Наумова, Н. Л., 2021

Abstract. *In comparison with soft wheat grain, spelt wheat contains more protein, reducing sugars, polyunsaturated fatty acids, dietary fiber, vitamins, and mineral elements. The aim of the research was to assess the quality and nutritional value of spelt wheat composite mixtures. It was found that the composition "Fitness mix spelt wheat" prevails in the amount of lipids (12.5 times) and protein (15.9 %), the size of which is 3-5 micrometers; is characterized by an increased content of essential mineral elements - Cu and Mg (3 times), Mo, Zn and Mn (1.8-1.9 times), Ca and Fe (1.6 times), Si (29.8 %), P (by 20.2 %), vitamins - riboflavin (2.8 times), thiamine (22 %) and tocopherol. The mixture "Wheat with spelt wheat" surpasses its analogue in terms of dietary fiber (by 60.2 %) and ash content (by 18.7 %). The gluten of this mixture belongs to the II quality group. The proteins present are larger - 10-20 micrometers. Of the mineral elements, it contains more conditionally necessary and with an unknown biological role, namely, Al (84.5 times), Sn (4.5 times), Te (2 times), Ti (1.8 times), Cr and V (1.5 times). However, the mixture "Fitness mix spelt wheat" in terms of the actual content of protein and lipids deviates from the norms of TU 10.61.24-093-18256266-2017, the mixture "Wheat with spelt wheat" - in terms of the amount of protein.*

Keywords: *bakery industry, composite mixtures, spelt wheat, quality, nutritional value, chemical composition.*

For citation: Betz, Yu. A., Pankrashkina, I. V. & Naumova, N. L. (2021). Quality and nutritional value of composite mixtures including spelt wheat. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 155-162. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.021.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальным вопросом для хлебопекарной отрасли является производство изделий на основе композитных смесей, применение которых позволит рационально организовать технологический процесс, расширить ассортимент выпускаемой продукции в соответствии с запросами современного потребителя на продукты здорового питания, увеличить срок годности хлебобулочных изделий, снизить риск выпуска некачественной продукции и сделать производство более эффективным [1–5].

Особый интерес представляет выработка изделий повышенной пищевой ценности на основе продуктов переработки зерна полбы в составе композитных смесей. На фоне зерна мягкой пшеницы полба содержит больше белка, редуцирующих сахаров, полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ. Аминокислотный состав белка полбы более сбалансирован, при этом белок содержит меньше проламиновой и глютениновой фракций [6–8]. Присутствующие мукополисахариды способствуют укреплению иммунной системы организма человека. Благодаря низкому содержанию клейковины, зерно полбы пригодно для получения продукции, предназначенной для людей, страдающих аллергией на глютен. Мука из полбы характеризуется низкой водопоглотительной способностью и высоким отношением упругости теста к растяжимости. Реологические свойства полбяного теста позволяют использовать его в каче-

стве улучшителя структурно-механических и физико-химических свойств пшеничного теста [9–15]. Крахмал полбы содержит меньше амилозы и больше амилопектина. Применение такого крахмала замедляет процесс черствения хлеба за счет снижения скорости ретроградации крахмальных зерен [7].

Целью исследования стала оценка качества и пищевой ценности композитных смесей на основе полбы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для исследований послужили пробы смесей для производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий (ТУ 10.61.24-093-18256266-2017) производства ООО «ИРЕКС» (Россия, Московская обл., г. Люберцы):

– «Фитнес микс полба», содержащая муку полбяную цельнозерновую, ядро подсолнечного семени необжаренное, муку из спельты солодовой карамелизованной, крупу ячменную ячневую, глютен пшеничный, эмульгатор E481, муку пшеничную солодовую, ферментные препараты микробного происхождения, антиокислитель E300. Рекомендуемая производителем дозировка составляет 40 % от массы пшеничной муки.

– «Пшеничная с полбой» следующего состава: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, отруби полбы, отруби пшеницы диетические, декстроза (глюкоза), мука пшеничная солодовая, экстракт ячменный солодовый, сахар, пищевая добавка (эмульгатор E472e, носители E341iii и E170), глютен

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 3 2021

пшеничный, мука пшеничная солодовая обжаренная, регулятор кислотности E263, антиокислитель E300, крахмал пшеничный, ферментные препараты микробного происхождения. Рекомендуемая к использованию дозировка – 100 %.

Содержание влаги определяли по ГОСТ 9404-88, белка – по ГОСТ 10846-81, жира и золы – по МУ 4237-86, пищевых волокон – общепринятым методом [16], витаминов – по МВИ 43-08, минеральных веществ – по МУК 4.1.1482-03 и МУК 4.1.1483-03. Свойства клейковины изучали по ГОСТ 27839-2013. Микроструктуру сырья изучали на растровом

электронном микроскопе [17]. Нормы физиологических потребностей человека в пищевых веществах заимствовали из МР 2.3.1.2432-08.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Высокие уровни закладки исследуемого сырья в рецептуру мучных изделий априори предопределяют их существенную роль в формировании качества и пищевой ценности готовой продукции. В этой связи на первом этапе испытаний были изучены качественные характеристики смесей (таблица 1).

Таблица 1 – Физико-химические показатели и химический состав смесей

Table 1 – Physical and chemical parameters and chemical composition of mixtures

Показатель	Норма по ТУ 10.61.24-093-18256266-2017 для «Фитнес микс полба» и «Пшеничная с полбой»	Результаты испытаний	
		фитнес микс полба	пшеничная с полбой
Массовая доля влаги, %	не более 9 % и 14 % соответственно	6,3 ± 0,4	10,9 ± 0,6
Массовая доля белка (в пересчете на сухое вещество), %	17,7 г/100 г и 10,8 г/100 г соответственно	15,3 ± 0,7 (16,3 ± 0,7)	13,2 ± 0,5 (14,8 ± 0,5)
Массовая доля жира (в пересчете на сухое вещество), %	13,6 г/100 г и 1,5 г/100 г соответственно	18,8 ± 0,9 (20,1 ± 1,0)	1,5 ± 0,1 (1,7 ± 0,1)
Количество клейковины, %	не регламентируется	-	27,1 ± 0,9
Качество клейковины, ед. ИДК		-	35,4 ± 1,1
Содержание пищевых волокон, г/100 г, в т.ч.: растворимых нерастворимых		9,3 ± 0,3	14,9 ± 0,4
		2,4 ± 0,2	4,1 ± 0,3
		6,9 ± 0,3	10,8 ± 0,4
Массовая доля золы в пересчете на сухое вещество, %	1,6 ± 0,1	1,9 ± 0,2	

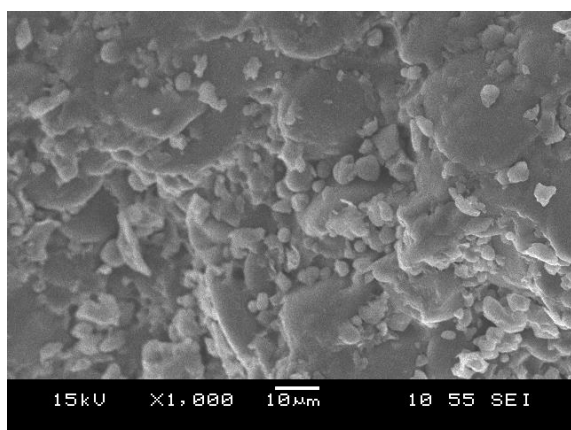
Установлено, что влажность смесей имела значительные различия. Так, композиция «Пшеничная с полбой» по массовой доле влаги в 1,7 раза превосходила смесь «Фитнес микс полба», но при этом соответствовала регламентированным требованиям действующего нормативного документа. Эта же смесь имела и повышенное содержание пищевых волокон (на 60,2 %) и зольность (на 18,7 %) благодаря наличию в своем составе отрубей. Регулярное потребление пищевых волокон способствует профилактике атеросклероза, сахарного диабета, гипертонии [18]. Несмотря на то, что смесь «Фитнес микс полба» содержит пшеничный глютен и превалирует по количеству белка (на 15,9 %), по количеству и качеству клейковины она уступила

аналогу «Пшеничная с полбой». После отмытия клейковины и измерения ее упругоэластических свойств было определено, что она относится ко II группе качества, что позволяет идентифицировать ее как «удовлетворительную крепкую».

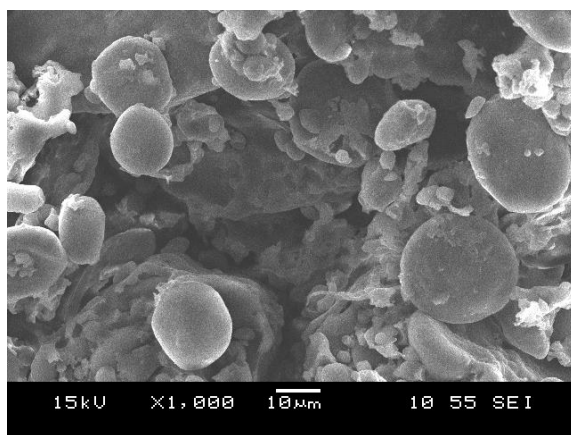
Отличительной особенностью фитнес микса стало относительно высокое содержание липидов (в 12,5 раз больше), что обусловлено присутствием в составе необжаренных ядер подсолнечного семени. Общеизвестно, что в подсолнечном масле преобладают линолевая и олеиновая кислоты [19], потребление которых снижает риск развития сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, повышает функ-

ции иммунной системы, снижает уровень холестерина [20].

С технологической точки зрения растяжимость пшеничного теста зависит от мономерных глиадинов, в то время как глюteniны способствуют эластичности и прочности клейковины [21–23]. В связи с этим определенный интерес представляло изучение микроструктуры мучных смесей с целью выявления возможных различий в белковых субстанциях (рисунок 1).



фитнес микс полба



пшеничная с полбой

Рисунок 1 – Микроструктура смесей (увеличение в 1000 раз)

Figure 1 – Microstructure of mixtures (magnification by 1000 times)

Определено, что в смеси «Фитнес микс полба» белки представлены в общей сложности большим количеством глобул размером 3–5 мкм, в смеси «Пшеничная с полбой» дополнительно обнаружены более крупные белковые структуры размером 10–20 мкм, которые, по-видимому, и участвуют в образовании клейковины. Наличие их обусловлено,

в первую очередь, присутствием в композиции «Пшеничная с полбой» муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта.

На фоне гарантированного производителем количества белков и жиров в смесях их фактическое содержание отличается от заявленных цифр. Так, в сырье «Фитнес микс полба» установленное содержание белка несколько ниже, а липидов – выше нормируемого уровня, в смеси «Пшеничная с полбой», наоборот, количество белка выше, содержание жиров соответствует норме.

Выявленная количественная разница в зольности исследуемых материалов подвигла к дальнейшим испытаниям их минерального состава (таблица 2). Минеральные элементы важны для здоровья человека, так как играют ключевую роль в биохимических и физиологических процессах. В настоящее время ВОЗ считает дефицит минералов в пищевом рационе одной из самых серьезных глобальных проблем [24].

В изучаемом сырье обнаружено более 20 минеральных элементов. При этом более высокие концентрации большинства из них определены в смеси «Фитнес микс полба». Так, из эссенциальных элементов, имеющих важное физиологическое значение, содержится больше Cu и Mg (в 3 раза), Mo, Zn и Mn (в 1,8–1,9 раз), Ca и Fe (в 1,6 раза), Si (на 29,8 %), P (на 20,2 %). В композиции «Пшеничная с полбой» в сравнительном аспекте выявлены повышенные уровни условно необходимых элементов и минералов с неустановленной биологической ролью, а именно, Al (в 84,5 раза), Sn (в 4,5 раза), Te (в 2 раза), Ti (в 1,8 раза), Cr и V (в 1,5 раза), дополнительно установлено присутствие Be и Pb (в пределах нормы ТР ТС 021/2011).

Известно, что в хлебобулочных изделиях, полученных из высокосортной пшеничной муки, содержится недостаточно витаминов группы B, токоферолов, отсутствуют витамины A, C, D [25–27]. Поэтому обеспечение витаминной полноценности мучных изделий, выработанных с применением композитных смесей, имеет особую значимость. Результаты исследований витаминного состава изучаемого сырья представлены в таблице 3.

Определено, что смесь «Фитнес микс полба» выгодно отличается по содержанию рибофлавина (в 2,8 раза) и тиамин (на 22 %), а по уровню токоферола является лидером. Количественные характеристики ретинола и холекальциферола оказались за пределами чувствительности прибора в обоих наименованиях сырья.

Таблица 2 – Минеральный состав смесей

Table 2 – Mineral composition of mixtures

Показатель	Результаты испытаний	
	фитнес микс полба	пшеничная с полбой
Минеральные элементы, мг/кг, в т.ч.:		
Al	0,066±0,004	5,58±0,21
B	2,72±0,07	0,37±0,03
Ba	0,41±0,03	0,35±0,02
Be	–	0,005±0,002
Ca	208,04±9,20	128,07±7,45
Cr	0,15±0,02	0,22±0,02
Cu	5,64±0,33	1,88±0,07
Fe	16,34±0,96	10,42±0,81
Li	4,33±0,30	4,13±0,25
Mg	1208,17±86,44	397,18±18,49
Mn	12,31±0,83	6,52±0,36
Mo	0,35±0,02	0,20±0,01
Na	244,20±17,35	31,83±1,75
P	2969,08±97,67	2470,19±90,33
Pb	–	0,021±0,005
Si	15,91±0,92	12,26±0,87
Sn	0,049±0,003	0,22±0,01
Sr	0,60±0,04	0,33±0,02
Te	1,30±0,05	2,62±0,11
Ti	0,096±0,005	0,17±0,02
V	0,094±0,004	0,14±0,02
W	0,29±0,02	–
Zn	22,20±1,10	12,62±0,90

Таблица 3 – Витаминный состав смесей

Table 3 – Vitamin composition of mixtures

Показатель	Результаты испытаний	
	фитнес микс полба	пшеничная с полбой
Содержание витаминов, мг/кг, в т.ч.:		
B ₁ (тиамин)	0,41±0,03	0,32±0,02
B ₂ (рибофлавин)	0,20±0,02	0,07±0,01
A (ретинол)	0,24±0,03	0,23±0,03
E (токоферол)	233,54±7,47	< 25
D ₃ (холекальциферол)	< 0,5	< 0,5

На заключительном этапе исследований провели сравнительную оценку удовлетворенности взрослого человека в микронутриентах при употреблении в составе хлебобулочных изделий 100 г смесей (рисунок 2).

Выявлено, что смесь «Фитнес микс полба» содержит отдельные микроэлементы (Mn, Cu) в количествах, способных удовлетворить более 50 % от их суточной потребности, а уровень витамина E позволяет покрыть

более 155 % его физиологической потребности. Учитывая значительную разницу в рекомендуемых производителем дозировках применяемого сырья в составе рецептур хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, пищевая ценность продукции, приготовленной на смеси «Фитнес микс полба» может быть существенно нивелирована химическим составом пшеничной хлебопекарной муки, вносимой в большем соотношении (60 %).

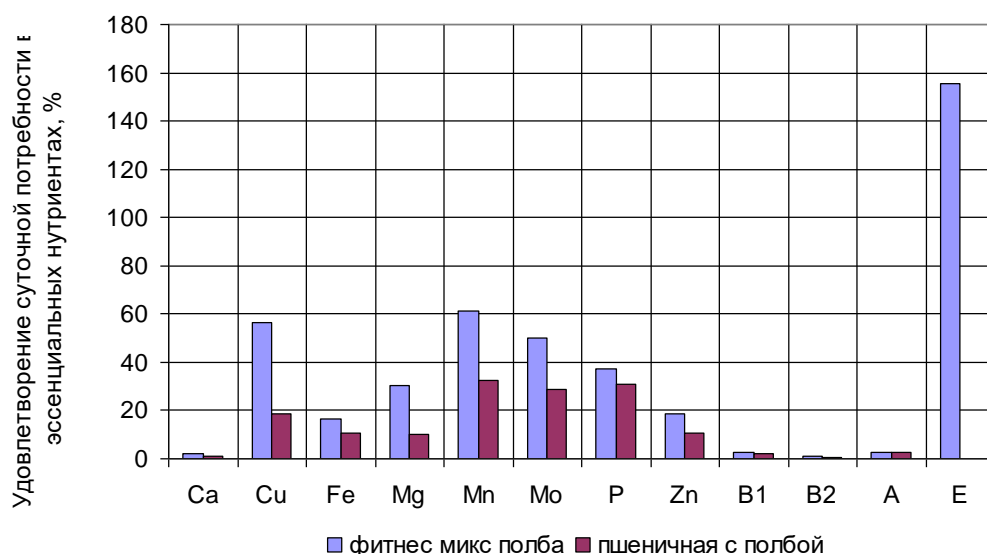


Рисунок 2 – Сравнительная оценка удовлетворенности взрослого человека в микроэлементах при употреблении 100 г смесей

Figure 2 – Comparative assessment of adult satisfaction in micronutrients when using 100 g of mixtures

Смесь «Пшеничная с полбой» может рассматриваться как композиция с высоким содержанием Mg и P, поскольку их количества позволяют удовлетворить более 30 % потребности взрослого человека.

Полученные в ходе экспериментальных исследований результаты, имеют практическую значимость при моделировании качества и пищевой ценности мучных изделий, вырабатываемых из широкого ассортимента сырья по ТУ 10.61.24-093-18256266-2017.

ВЫВОДЫ

Выявлены отличительные особенности в показателях качества, морфологии белковых структур и пищевой ценности смесей на основе полбы.

Композиция «Фитнес микс полба» превалирует по количеству липидов (в 12,5 раз) и белка (на 15,9 %), размер которого составляет 3–5 мкм; отличается повышенным содержанием биологически активных веществ: эссенциальных минеральных элементов – Cu и Mg (в 3 раза), Mo, Zn и Mn (в 1,8–1,9 раз), Ca и Fe (в 1,6 раза), Si (на 29,8 %), P (на 20,2 %), витаминов – токоферола (более, чем в 9 раз), рибофлавина (в 2,8 раза), тиамин (на 22 %).

Смесь «Пшеничная с полбой» превосходит по уровню пищевых волокон (на 60,2 %) и зольности (на 18,7 %). Клейковина этой смеси относится ко II группе качества и характери-

зуется как «удовлетворительная крепкая». Присутствующие белковые структуры имеют более крупные размеры 10–20 мкм. Из минеральных элементов преобладают условно необходимые и с неустановленной биологической ролью, а именно, Al (в 84,5 раза), Sn (в 4,5 раза), Te (в 2 раза), Ti (в 1,8 раза), Cr и V (в 1,5 раза).

Однако в сырье «Фитнес микс полба» фактическое содержание белка оказалось несколько ниже, а липидов – выше уровня, заявленного производителем, в смеси «Пшеничная с полбой», наоборот, количество белка выше, содержание жиров соответствует норме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хасиев Х.Х., Витавская А.В. Живая пища и зерновой хлеб спасут население планеты. Бишкек : «Салам», 2015. 432 с.
2. Разработка хлебопекарных композитных смесей для здорового питания / Е.В. Невская, И.А. Тюрина, О.Е. Тюрина, М.Т. Шулбаева, М.Н. Потапова, Я.С. Головачева // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49. № 4. С. 531–544.
3. Исследование качества зернового хлеба на основе хлебопекарной смеси с повышенным содержанием белка / Н.Н. Алёхина, Е.И. Пономарева, А.С. Желтикова, Н.А. Головина // Хлебопродукты. 2020. № 1. С. 49–51.
4. Красникова Е.С., Красников А.В., Бабушкин В.А. Влияние композиционных мучных смесей на технологические свойства хлебопекарных дрожжей //

Инновации и продовольственная безопасность. – 2020. № 1 (27). С. 28–35.

5. Создание комpositной хлебопекарной смеси для хлебобучных изделий с высоким содержанием белка / И.А. Тюрина, А.Е. Борисова, О.Е. Тюрина, И.П. Пешкина, С.М. Пономарева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2020. № 1 (60). С. 21–26.

6. Королев Д.Н., Хмелева Е.В., Пенькова Ю.В. Разработка технологии пшеничного хлеба с использованием полбяной муки // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2019. Т. 26. С. 57–64.

7. Полба и спельта: возвращение к истокам / С.В. Зверев, О.В. Политуха, А.А. Стариченков, П.С. Абрамов // Хранение и переработка зерна. 2015. № 6–7. С. 48–50.

8. Wurschum T., Leiser W.L., Longin C.F.H. Molecular genet characterization and association mapping in spelt wheat // Plant breeding. 2017. № 2. P. 214–223.

9. Попова Н.М. Эколого-селекционная оценка образцов полбы // Вестник КрасГАУ. 2017. № 5. С. 15–20.

10. Ходаницкий В., Ходаницкая О. Полба и спельта: новые перспективы выращивания // Пропозиция. 2017. № 3. С. 84–88.

11. Назранов Х.М., Мамедов К.С.О. Выращивание зерна полбы в условиях Кабардино-Балкарской Республики для функционального питания // Наука и образование сегодня. 2020. № 8 (55). С. 12–14.

12. Зеленев А.В., Смутнев П.А., Маркова И.Н. Создание перспективных сортов яровой полбы в Нижнем Поволжье // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса : Наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 2 (54). С. 82–89.

13. Indirect selection for grain yield in spring bread wheat in diverse nurseries worldwide using parameters locally determined in north-west Mexico / M. Gutierrez, M.P. Reynolds, W.R. Raun, M.L. Stone, A.R. Klatt // The Journal of Agricultural Science. 2012. Vol. 150. Is. 1. P. 23–43.

14. Полба – перспективная культура для органического земледелия / С.Д. Гилев, И.Н. Цымбаленко, А.Н. Копылов, Е.А. Филиппова, Т.А. Козлова // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4. С. 6–11.

15. Санжаровская Н.С., Храпко О.П., Мамедов, К.С. Использование муки из цельного зерна полбы в рецептуре пшеничного хлеба // Ползуновский вестник. 2019. № 3. С. 25–28. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2019.03.005.

16. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов. М. : Брандес, Медицина, 1998. 342 с.

17. Пашкеев И.Ю. Растровая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микроанализ. Челябинск, 2015. 49 с.

18. Пивоваров В.Ф., Пышная О.Н., Гуркина Л.К. Овощи – продукты и сырье для функционального питания // Вопросы питания. 2017. Т. 86. № 3. С. 121–127. doi:10.24411/0042-8833-2017-00054.

19. Сравнение жирнокислотного состава различных пищевых масел / В.Т. Воловик, Т.В. Леонидова, Л.М. Коровина, Н.А. Блохина, Н.П. Касарина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 5. С. 147–152.

20. Барановский А.Ю. Диетология. СПб. : Питер, 2017. 1104 с.

21. Barak S., Mudgil D., Khatkar B.S. Biochemical and functional properties of wheat gliadins: a review //

Critical reviews in food science and nutrition. 2015. Vol. 55. № 3. P. 357–68.

22. Полиморфизм белков семян зерновых культур, выращенных в условиях засушливых территорий / Д.А. Агапова, Р.Ю. Иващенко, И.В. Юнакова, А.А. Желтова, В.Г. Зайцев // Научно-агрономический журнал. 2020. № 4 (111). С. 49–54.

23. Релина Л.И., Вечерская Л.А., Голик О.В. Содержание белка и минералов в зерне некоторых видов редких тетраплоидных пшениц // Вестник БарГУ. Серия: Биологические науки. Сельскохозяйственные науки. 2019. № 7. С. 130–138.

24. Elevating optimal human nutrition to a central goal of plant breeding and production of plant based foods / D.C. Sands, C.E. Morris, E.A. Dratz, A. Pilgeram // Plant science. 2009. Vol. 177(5). P. 377–389. doi: 10.1016/j.plantsci.2009.07.011.

25. Afshin A., Sur P.J., Fay K.A. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: A systematic analysis for the global burden of disease study 2017 // Lancet. 2019. № 393. P. 1958–1972. doi: 10.1016/S0140-6736(19)30041-8.

26. Curtain F., Grafenauer S.J. Health star rating in grain foods – does it adequately differentiate refined and whole grain foods? // Nutrients. 2019. № 11. P. 415. doi: 10.3390/nu11020415.

27. Grafenauer S., Curtain, F. An audit of Australian bread with a focus on loaf breads and whole grain // Nutrients. 2018. № 10 (8). P. 1106. doi: 10.3390/nu10081106.

Информация об авторах

Ю. А. Бец – аспирант кафедры «Пищевые и биотехнологии» Южно-Уральского государственного университета (НИУ).

И. В. Панкрашкина – студент кафедры «Пищевые и биотехнологии» Южно-Уральского государственного университета (НИУ).

Н. Л. Наумова – доктор технических наук, профессор кафедры «Пищевые и биотехнологии» Южно-Уральского государственного университета (НИУ).

REFERENCES

1. Hasiev, H.H. & Vitavskaya, A.V. (2015). *Live food and grain bread will save the world's population*. Bishkek : Salam. (In Russ.).

2. Nevskaya, E.V., Tyurina, I.A., Tyurina, O.E., Shulbaeva, M.T., Potapova, M.N. & Golovacheva, Ya.S. (2019). Development of bakery composite mixtures for healthy nutrition. *Technics and technology of food production*, (4), 531-544. (In Russ.).

3. Alyohina, N.N., Ponomareva, E.I., Zheltikova, A.S. & Golovina, N.A. (2020). Investigation of the quality of grain bread based on a bakery mixture with a high protein content. *Bread products*, (1), 49-51. (In Russ.).

4. Krasnikova, E.S., Krasnikov, A.V. & Babushkin, V.A. (2020). Influence of composite flour mixtures on the technological properties of baker's yeast. *Innovations and food safety*, (1), 28-35. (In Russ.).

5. Tyurina, I.A., Borisova, A.E., Tyurina, O.E., Peshkina, I.P. & Ponomareva, S.M. (2020). Creation of a

- composite bakery mixture for bakery products with a high protein content. *Technology and commodity research of innovative food products*, (1), 21-26. (In Russ.).
6. Korolev, D.N., Hmeleva, E.V. & Pen'kova, Yu.V. (2019). Development of bread technology using spelled wheat flour. *Scientific works of the North Caucasian federal scientific center of horticulture, viticulture, winemaking*, (26), 57-64. (In Russ.).
7. Zverev, S.V., Polituha, O.V., Starichenkov, A.A. & Abramov, P.S. (2015). Wild wheat: back to basics. *Grain storage and processing*, (6-7), 48-50. (In Russ.).
8. Wurschum, T., Leiser, W.L. & Longin, C.F.H. (2017). Molecular genet characterization and association mapping in spelt wheat. *Plant breeding*, (2), 214-223. (In United States). doi: 10.1111/pbr.12462.
9. Popova, N.M. (2017). Ecological and breeding assessment of spelled wheat samples. *Bulletin of KrasGAU*, (5), 15-20. (In Russ.).
10. Hodanickij, V. & Hodanickaya, O. (2017). Wild wheat: new growth perspectives. *Proposition*, (3), 84-88. (In Russ.).
11. Nazranov, H.M. & Mamedov, K.S.O. (2020). Growing spelled grain in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic for functional nutrition. *Science and education today*, (8), 12-14. (In Russ.).
12. Zelenev, A.V., Smutnev, P.A. & Markova, I.N. (2019). Creation of promising varieties of spelled spring wheat in the Lower Volga region. *News of the Nizhnevolzhskiy agricultural university complex: Science and higher professional education*, (2), 82-89. (In Russ.).
13. Gutierrez, M., Reynolds, M.P., Raun, W.R., Stone, M.L. & Klatt, A.R. (2012). Indirect selection for grain yield in spring bread wheat in diverse nurseries worldwide using parameters locally determined in north-west Mexico. *The Journal of Agricultural Science*, (1), 23-43. (In Great Britain). doi:10.1017/S0021859611000426.
14. Gilev, S.D., Cymbalenko, I.N., Kopylov, A.N., Filippova, E.A. & Kozlova, T.A. (2018). Spelled wheat is a promising crop for organic farming. *Grain economy of Russia*, (4), 6-11. (In Russ.).
15. Sanzharovskaya, N.S., Hrapko, O.P. & Mamedov, K.S. (2019). The use of spelled whole wheat flour in a wheat bread recipe. *Polzunovskiy Vestnik*, (3), 25-28. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2019.03.005.
16. Skurihin, I.M. & Tutel'yan, V.A. (1998). *Guidance on methods of analysis of food quality and safety*. Moscow: Brandes, Medicine. (In Russ.).
17. Pashkeev, I.Yu. (2015). *Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis*. Chelyabinsk. (In Russ.).
18. Pivovarov, V.F., Pyshnaya, O.N. & Gurkina, L.K. (2015). Vegetables - products and raw materials for functional nutrition. *Nutrition issues*, (3), 121-127. (In Russ.). doi: 10.24411/0042-8833-2017-00054.
19. Volovik, V.T., Leonidova, T.V., Korovina, L.M., Blohina, N.A. & Kasarina, N.P. (2019). Comparison of fatty acid composition of various edible oils. *International journal of applied and fundamental research*, (5), 147-152. (In Russ.).
20. Baranovskij, A.Yu. (2017). *Dietetics*. SPb: Peter. (In Russ.).
21. Barak, S., Mudgil, D. & Khatkar, B.S. (2015). Biochemical and functional properties of wheat gliadins: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, (3), 357-68. (In Great Britain). doi: 10.1080/10408398.2012.654863.
22. Agapova, D.A., Ivashchenko, R.Yu., Yunakova, I.V., Zheltova, A.A. & Zajcev, V.G. (2020). Polymorphism of proteins of seeds of grain crops grown in arid areas. *Scientific and agronomic journal*, (4), 49-54. (In Russ.).
23. Relina, L.I., Vecherskaya, L.A. & Golik, O.V. (2019). The content of protein and minerals in the grain of some species of rare tetraploid wheat. *Bulletin of BarSU. Series: biological sciences. Agricultural sciences*, (7), 130-138. (In Russ.).
24. Sands, D.C., Morris, C.E., Dratz, E.A. & Pilgeram, A. (2009). Elevating optimal human nutrition to a central goal of plant breeding and production of plant based foods. *Plant science*, (5), 377-389. (In Netherlands). doi: 10.1016/j.plantsci.2009.07.011.
25. Afshin, A., Sur, P.J., & Fay, K.A. (2019). Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990-2017: A systematic analysis for the global burden of disease study 2017. *Lancet*, (393), 1958–1972. (In Netherlands). doi: 10.1016/S0140-6736(19)30041-8.
26. Curtain, F. & Grafenauer, S.J. (2019). Health star rating in grain foods – does it adequately differentiate refined and whole grain foods? *Nutrients*, (11), 415. (In Switzerland). doi: 10.3390/nu11020415.
27. Grafenauer, S. & Curtain, F. (2018). An audit of Australian bread with a focus on loaf breads and whole grain. *Nutrients*, (10), 1106. doi: 10.3390/nu10081106.

Information about the authors

Yu. A. Betz – post-graduate student of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University (NRU).

I. V. Pankrashkina – student of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University (NRU).

N. L. Naumova – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University (NRU).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 11.05.2021; одобрена после рецензирования 10.09.2021; принята к публикации 17.09.2021.

The article was received by the editorial board on 11 May 21; approved after editing on 10 Sep 21; accepted for publication on 17 Sep 21.