




Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки)

УДК 664.663.9

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.002

 EDN: EKZUYF

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ БИОКОРРЕКТОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ХЛЕБА

Наталья Викторовна Сокол ¹, Надежда Сергеевна Санжаровская ²

^{1,2} Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

¹ sokol_n.v@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9051-8190>

² hramova-n@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8403-7892>

Аннотация. Исследование было проведено с целью обоснования использования композитной мучной смеси, составленной с применением продуктов переработки риса и кукурузы, для повышения пищевой и биологической ценности хлеба. Добавление вторичных продуктов переработки зерновых культур для выпечки хлеба постепенно приобретает все большее значение во всем мире. Однако при производстве хлеба с использованием продуктов переработки риса и кукурузы возникают технологические проблемы, что обуславливает внесение корректировок в технологический процесс. В качестве объектов исследования использовали муку пшеничную высшего сорта, композитную мучную смесь, яблочный пектин, лабораторные образцы теста и хлеба. В данном исследовании оценивали функциональную роль яблочного пектина на свойства теста и качество хлеба. Дозировка пектина составляла 0,1, 0,2 и 0,3 % к массе мучной смеси. Изучена динамика кислотонакопления в тесте, по результатам которой установлена оптимальная дозировка пектина 0,3 % и продолжительность брожения 90 мин. Полученный хлеб оценивали с учетом физико-химических параметров (удельный объем, пористость, кислотность и влажность). На основе этих результатов были установлены параметры технологического процесса производства хлеба из композитной смеси. Выявлено положительное влияние вносимых добавок на повышение пищевой и биологической ценности хлеба.

Ключевые слова: мучка риса, пшеничный хлеб, мучная смесь, качество клейковины, яблочный пектин.

Для цитирования: Сокол Н. В., Санжаровская Н. С. Использование натуральных биокорректоров для повышения пищевой и биологической ценности хлеба // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 16–23. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.002. EDN: <https://elibrary.ru/EKZUYF>.

Original article

USE OF NATURAL BIOCORRECTORS TO INCREASE THE NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL VALUE OF BREAD

Natalia V. Sokol¹, Nadezhda S. Sanzharovskaya²

^{1,2} Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

¹ sokol_n.v@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9051-8190>

² hramova-n@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8403-7892>

Abstract. *The study was conducted in order to justify the use of a composite flour mixture made with the use of rice and corn processing products to increase the nutritional and biological value of bread. The addition of secondary products of grain processing for baking bread is gradually becoming increasingly important all over the world. However, bread produced using rice and corn processing products suffers from many technological problems and needs to be adjusted in the technological process. The following research objects were used: premium wheat flour, composite flour mixture, apple pectin, laboratory samples of dough and bread. In this study, the functional role of apple pectin on the properties of dough and the quality of bread was evaluated. The dosage of pectin was 0.1, 0.2 and 0.3 % by weight of the flour mixture. The dynamics of acid accumulation in the test was studied, according to the results of which the optimal dosage of pectin was 0.3 % and the duration of fermentation was 90 minutes. The resulting bread was evaluated taking into account physicochemical parameters (specific volume, porosity, acidity and humidity). Based on these results, the parameters of the technological process of bread production were established. The positive effect of the added additives on increasing the nutritional and biological value of bread has been established.*

Keywords: *rice bran, wheat bread, flour mixture, gluten quality, apple pectin.*

For citation: Sokol, N. V. & Sanzharovskaya, N. S. (2022). Use of natural biocorrectors to increase the nutritional and biological value of bread. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 16-23. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.002. EDN: <https://elibrary.ru/EKZUYF>.

ВВЕДЕНИЕ

Стремительное распространение в мире установок на здоровый образ жизни способствует повышению спроса на хлебобулочную продукцию диетического профилактического питания [1]. Разработка рецептуры хлеба с добавлением продуктов переработки риса и кукурузы полностью совпадает с тенденциями мирового рынка хлебопекарной промышленности и заботой потребителей о своем здоровье.

В современном питании человек не получает достаточного количества необходимых нутриентов, что связано с широким применением высокорафинированных пищевых продуктов. В настоящее время проблема повышения пищевой ценности наиболее употребляемых продуктов является популярной и неотъемлемой в области пищевых технологий, поэтому разработка рецептуры хлеба с добавлением натуральных биокорректоров будет способствовать оздоровлению нации [2–4].

Расширение ассортимента продукции за счет выпуска новых разновидностей, которые будут пользоваться спросом у потребителей, – одно из основных направлений развития хле-

бопекарной промышленности. Актуальным в инновационных технологиях отрасли является использование растительного сырья для создания хлебобулочных изделий с функциональными свойствами. Особое внимание приковано к использованию в качестве фортификационных компонентов пшеничного хлеба вторичных продуктов переработки зерновых культур [5].

Краснодарский край является лидером по объемам возделывания риса. В технологическом цикле переработки зерна риса в крупу образуются такие вторичные продукты, как мучка, крупка, зародыш, лузга и т. д.

Рисовая мучка – это малоизученная добавка, являющаяся побочным продуктом крупяного производства, содержит в своем составе ценные биологически активные вещества и представляется перспективным сырьем для использования в качестве обогатительной добавки при производстве хлебных изделий. Ранее рисовая мучка использовалась в основном как высокобелковый компонент растительных кормов, при этом применение ее в производстве продуктов питания связано с возможностью придания новым

продуктам функциональных свойств за счет белков, пищевых волокон и ряда других, не менее ценных в питании человека компонентов [6].

Рисовая мука богата также легкоусвояемым крахмалом, что в совокупности с мукой риса открывает новые направления их совместного использования в составе мучных композитных смесей, направленных на улучшение пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий.

Кукуруза является одной из самых распространенных зерновых культур, производство которой в мире растет. Во многих странах кукуруза является основным продовольственным злаком и используется в широком ассортименте продуктов питания. Кукурузная мука, благодаря высокому содержанию жира и β-каротина, придает хлебобулочным изделиям аромат и цвет. Это также альтернативный продукт для людей, страдающих целиакией. Кукурузную муку можно использовать в хлебобулочных изделиях в качестве экономичной, питательной и вкусной добавки [7].

Гидроколлоиды, в частности пектин, нашли широкое применение в качестве добавок к хлебу и хлебобулочным изделиям. Функциональные эффекты гидроколлоидов обусловлены их способностью изменять реологию теста и оказывать положительное влияние на сохранность готовых хлебобулочных изделий. Они часто используются в качестве заменителей глютена в производстве безглютенового хлеба.

МЕТОДЫ

Цель исследования заключалась в изучении влияния яблочного пектина на процессы тестоведения, физико-химические и органолептические свойства хлеба, выработанного из композитной мучной смеси.

Объектами исследований стали:

- мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта (МВС);
- композитная мучная смесь, составленная из следующих компонентов: 50 % пшеничной муки, 20 % кукурузной муки; 20 % рисовой муки, 10 % мучки риса (КМС);
- яблочный пектин;
- полуфабрикаты (тесто);
- готовые образцы хлеба.

Определение основных показателей качества осуществляли общепринятыми методами, регламентированными соответствующими ГОСТ в 3-х повторностях.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее методом моделирования и оптимизации компонентного состава была подобрана рецептура композитной мучной смеси [7].

Было доказано, что частичная замена пшеничной муки продуктами переработки кукурузы и риса возможна, однако при этом происходит существенная потеря в качестве хлеба. Это объясняется уменьшением силы муки и газоудерживающей способности из-за снижения содержания клейковины, что приводит к понижению объема и вкусовой привлекательности, опытных образцов хлеба [8]. По этой причине продукция, вырабатываемая на основе КМС, нуждается в дополнительных производственных решениях, направленных на укрепление структуры теста и связывание в нем свободной влаги, что повлечет за собой корректировку технологического процесса.

В качестве улучшителя целевого назначения предложено использовать яблочный пектин в дозировке 0,1, 0,2 и 0,3 % к массе мучной смеси. На первом этапе оценили взаимосвязь между дозировкой пектина, вносимого при замесе теста и процессом кислотонакопления в нем (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние дозировки яблочного пектина на изменение кислотности теста

Table 1 - The effect of the dosage of apple pectin on the change in the acidity of the dough

Образец теста	Продолжительность брожения, мин				
	30	60	90	120	150
1	2	3	4	5	6
МВС	1,1±0,01	1,2±0,06	1,4±0,03	1,6±0,02	1,7±0,03
МВС + 0,1 % пектина	1,2±0,02	1,4±0,02	1,6±0,02	1,8±0,01	2,0±0,06
МВС + 0,2 % пектина	1,2±0,01	1,5±0,03	1,7±0,04	2,0±0,06	2,2±0,04
МВС + 0,3 % пектина	1,3±0,03	1,6±0,04	1,9±0,05	2,2±0,05	2,4±0,05

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ БИОКОРРЕКТОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ХЛЕБА

Продолжение таблицы 1

Continuation of Table 1

1	2	3	4	5	6
КМС	2,3±0,02	2,4±0,03	2,5±0,03	2,6±0,04	2,8±0,03
КМС + 0,1 % пектина	2,4±0,01	2,5±0,05	2,6±0,01	2,7±0,03	2,9±0,02
КМС + 0,2 % пектина	2,5±0,02	2,6±0,02	2,8±0,04	3,1±0,02	3,3±0,03
КМС + 0,3 % пектина	2,6±0,01	2,7±0,01	3,0±0,02	3,3±0,05	3,6±0,04

Установлено, что увеличение дозировки яблочного пектина способствует увеличению кислотности теста в опытных образцах, причем динамика процесса практически одинакова в образцах теста из пшеничной муки и теста, изготовленного из композитной смеси. Однако в полуфабрикатах, выработанных из КМС, начальная кислотность была значительно выше. Анализ динамики кислотонакопления позволил рекомендовать оптимальную дозировку пектина (0,3 %) и продолжительность брожения (90 мин), обеспечивающие равномерный рост кислотности в пределах установленных норм.

На втором этапе данного исследования был изучен способ внесения пектина в тесто и дана оценка его влияния на качество гото-

вых изделий. Дозировка яблочного пектина во всех вариантах опыта составила 0,3 % к массе муки, при этом способ внесения отличался по вариантам:

- вариант 1 – пектин добавляли в сухом виде;

- вариант 2 – пектин смешивали в сухом виде с солью, предусмотренной по рецептуре, после чего растворяли в воде и добавляли при замесе теста;

- вариант 3 – пектин вносили в сухом виде при активации дрожжей 5%-ным раствором сахара.

В производственной лаборатории были изготовлены и проанализированы образцы хлеба по всем вариантам эксперимента (табл. 2).

Таблица 2 – Качественная оценка образцов хлеба

Table 2 - Qualitative evaluation of bread samples

Образец	Удельный объем формового хлеба, см ³ /100г	Н/Д подового хлеба	Влажность, %	Пористость, %	Кислотность, град
Хлеб из МВС:					
вариант 1	283±1,5	0,46±0,01	43,8±0,1	70±1,7	2,1±0,05
вариант 2	289±2,3	0,50±0,02	43,9±0,2	73±1,4	2,3±0,03
вариант 3	284±2,1	0,47±0,01	43,8±0,2	71±1,9	2,3±0,02
Хлеб из КМС:					
вариант 1	275±1,9	0,40±0,02	44,2±0,3	62±2,0	2,7±0,06
вариант 2	280±1,6	0,45±0,01	44,5±0,1	65±1,3	2,9±0,04
вариант 3	278±1,4	0,43±0,01	44,3±0,2	63±1,7	2,8±0,02

При анализе физико-химических показателей установлено, что внесение пектина в виде солепектинового раствора позволило сформировать более высокую пористость и удельный объем хлеба.

С учетом полученных результатов при проведении эксперимента была разработана технология производства хлеба на основе композитной смеси с добавлением яблочного пектина.

Замес теста осуществляли по одностадийной технологии, предусматривающей предварительное смешивание компонентов

мучной смеси и приготовление солепектиновой смеси. Компоненты мучной смеси (муку пшеничную, кукурузную, рисовую и мучку риса) смешивали, просеивали и подавали на замес. Дрожжевую суспензию с рассчитанным количеством воды и солепектиновую смесь отправляли в тестомесильную машину, после чего тесто замешивали и оставляли на брожение в течение 90 мин.

Расчетную влажность теста с целью обеспечения качественного процесса формирования принимали равной 45,0±0,5 %, температура брожения теста 28±1 °С.)

Далее тесто разделявали на заготовки по 350 г, укладывали в формы для выпечки. Расстойку тестовых заготовок проводили при температуре 36–38 °С и относительной влажности воздуха 75–80 % в течение 60 мин. По окончании расстойки изделия вы-

пекали в увлажненной пекарной камере при температуре 200-210±3 °С.

Сравнительный анализ параметров технологического процесса производства хлеба приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры приготовления теста и выпечки хлеба

Table 3 - Parameters of dough preparation and bread baking

Параметр	Хлеб из МВС, приготовленный по традиционной технологии (безопасный)	Хлеб, изготовленный на основе КМС с добавлением яблочного пектина
Подготовка пектина: - температура воды, °С - соотношение «пектин : соль» - гидромодуль «смесь : вода»	– – –	30 1 : 3 1 : 2
Время брожения теста, мин	150	90
Время расстойки тестовых заготовок, мин	45	60
Время выпечки, мин	35	40
Температура выпечки, °С	210–220	200–210

В процессе хранения в хлебе происходят изменения, вследствие которых уменьшается эластичность и повышается жесткость мякиша, теряются его вкус, аромат и свежесть [9].

Рецептурные компоненты могут в значительной мере оказывать влияние на скорость черствения, поэтому была проведена оценка изменений крошковатости и сжимаемости мякиша хлеба в процессе хранения (рис. 1–2).

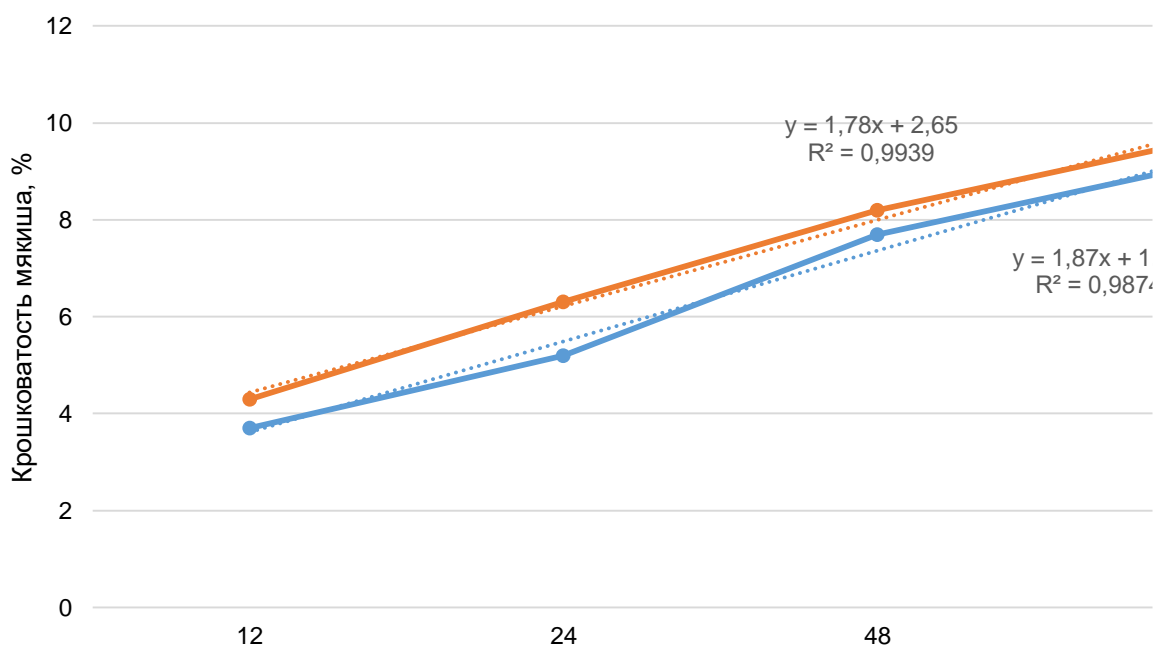


Рисунок 1 – Динамика изменения крошковатости мякиша при хранении образцов хлеба

Figure 1 - Dynamics of changes in crumb crumbiness during storage of bread samples

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ БИОКОРРЕКТОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ХЛЕБА

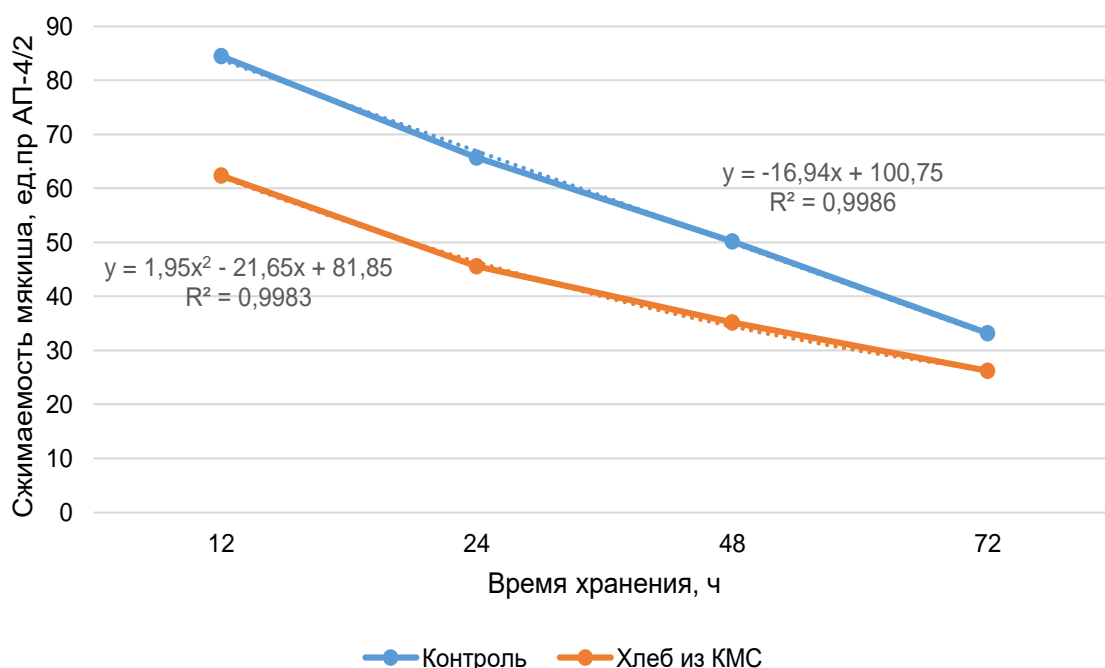


Рисунок 2 – Динамика изменения сжимаемости мякиша при хранении образцов хлеба

Figure 2 - Dynamics of changes in the compressibility of the crumb during storage of bread samples

Установлено, что крошковатость мякиша экспериментального образца хлеба на основе МКС в течение первых суток хранения увеличивается в среднем на 17,2 % по сравнению с контрольным образцом. При дальнейшем его хранении крошковатость мякиша практически не отличается от кон-

троля. Отмечено, что к концу срока хранения сжимаемость мякиша хлеба на основе МКС – ниже на 21 %.

Следующим этапом была сравнительная оценка пищевой ценности [10] исследуемых образцов хлеба (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние вносимых добавок на пищевую ценность хлеба

Table 4 - The effect of added additives on the nutritional value of bread

Пищевые вещества	Содержание, г/100 г	
	Хлеб из МВС	Хлеб из КМС
Белки, г	7,09±0,3	6,8±0,2
Жиры, г	0,87±0,21	1,46±0,15
Углеводы, из них:	47,03±0,7	46,8±0,8
- крахмал, г	44,1±0,9	43,3±0,6
- пищевые волокна, г	1,81±0,1	2,2±0,2
- моно- и дисахариды, г	1,12±0,08	1,3±0,06
Витамин В ₁ , мг	0,25±0,02	0,4±0,05
Витамин В ₂ , мг	0,087±0,01	0,101±0,02
Витамин В ₅ , мг	0,439±0,04	0,882±0,03
Витамин В ₆ , мг	0,173±0,07	1,63±0,1
Витамин Е, мг	1,126±0,03	0,965±0,04
Витамин РР, мг	2,82±0,11	4,83±0,23
Железо, мг	1,36±0,22	1,94±0,19
Цинк, мг	0,65±0,02	0,94±0,03
Марганец, мг	0,74±0,01	0,88±0,01
Медь, мкг	117,87±5,2	194,16±6,3
Селен, мкг	3,82±0,5	6,16±0,7
Магний, мг	27,72±1,3	71,36±2,5
Фосфор, мг	78,57±5,4	174,41±7,8
Калий, мг	119,2±6,2	179,81±9,8
Энергетическая ценность, ккал	217±1,2	219±2,3

Расчет выявил, что внесение КМС и яблочного пектина в рецептуру хлеба изменяет его химический состав: повышается содержание жиров на 68 %, пищевых волокон – на 21,5 %, моно- и дисахаридов – на 16,1 %, снижается содержание крахмала – на 1,8 %. Количество витаминов увеличилось: витамина В₁ – на 60 %, витамина В₂ – на 16,1 %, витаминов В₅ и В₆ – в 2 и 9,4 раза, витамина РР – на 71,2 %. Установлено значительное возрастание количе-

ства макро- и микроэлементов: железа – на 42,6 %, цинка – на 44,6 %, марганца – на 18,9 %, меди – на 64,7 %, селена – на 61,2 %, калия – на 50,8 %, фосфора и магния – в 2,2 и 2,6 раза.

Кроме того, внесение композитной смеси в рецептуру хлебных изделий улучшает их аминокислотный состав, увеличивая содержание дефицитных незаменимых аминокислот (табл. 5).

Таблица 5 – Содержание незаменимых аминокислот

Table 5 - Content of essential amino acids

Наименование аминокислоты	Значение для образцов хлеба						Адекватный уровень суточного потребления, мг (МР 2.3.1.1915-04)
	хлеб из МВС			хлеб из КМС			
	содержание мг в 100 г продукта	АС, %	удовлетворение суточной потребности, %	содержание мг в 100 г продукта	АС, %	удовлетворение суточной потребности, %	
Лизин	125	22,7	3,0	147	26,7	3,6	4100
Изолейцин	273	68,3	13,7	297	74,3	14,9	2000
Лейцин	521	74,4	11,3	757	108,1	16,5	4600
Треонин	201	50,3	8,4	213	53,3	8,9	2400
Валин	303	60,6	12,1	366	73,2	14,6	2500
Триптофан	77	77,0	9,6	308	308,0	38,5	800
Метионин+ цистин	109	31,2	6,1	178	50,9	9,9	1800
Фенилаланин+ тирозин	374	62,3	8,5	538	89,7	12,2	4400

Результаты исследования разработанного вида хлеба подтвердили целесообразность включения в рецептуру композитной мучной смеси, что оказывает положительное влияние на повышение пищевой и биологической ценности готового продукта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенными исследованиями доказано, что использование композитной мучной смеси, составленной с применением продуктов переработки риса, кукурузы и яблочного пектина в рецептуре хлеба, является целесообразным. Предложенная коррекция рецептуры и технологического процесса позволяет получить качественный продукт, который благодаря пищевой и питательной ценности внесенной добавки можно рекомендовать как продукт, способствующий оздоровлению организма человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Optimisation modelling to improve the diets of first nations individuals / L. Johnson-Down [et al.]

// Journal of Nutritional Science. – 2019. – Vol. 8. – <https://doi.org/10.1017/jns.2019.30>.

2. Micronutrient supplementation and fortification interventions on health and development outcomes among children under-five in low-and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis / E. Tam [et al.] // Nutrients. – 2020. – Vol. 12. – № 2. – <https://doi.org/10.3390/nu12020289>.

3. Birch, C.S., Bonwick, G.A. Ensuring the future of functional foods // International Journal of Food Science and Technology. – 2019. – Vol. 54. – № 5. – P. 1467–1485. – <https://doi.org/10.1111/ijfs.14060>.

4. Постановление Президиума РАН № 178 от 27.11.2018 г. «Об актуальных проблемах оптимизации питания населения России: роль науки». – М., 2018. – 8 с.

5. Оценка функциональных свойств и показателей безопасности зернового хлеба с амарантовой мукой / Н.Н. Алехина [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2021. – Т. 51. – № 2. – С. 323–332. – <https://doi.org/10.21603/20749414-2021-2-323-332>.

6. Айрумян, В.Ю., Сокол, Н.В., Ольховатов Е.А. Химический состав продуктов переработки зерна риса и кукурузы для повышения пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий // Ползуновский вестник. – 2020. – № 3. –

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ БИОКОРРЕКТОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ХЛЕБА

С. 3–10. – <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2020.03.001>.

7. Айрумьян, В.Ю., Сокол, Н.В., Ольховатов, Е.А. Моделирование и оптимизация методом математического планирования состава композитных смесей для производства хлеба повышенной пищевой и биологической ценности // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. – 2020. – № 5 (64). – С. 40–45. <https://doi.org/10.33979/2219-8466-2020-64-5-40-45>.

8. Меренкова, С.П., Жмачинская, Е.О. Инновационный способ производства хлебобулочных изделий с использованием вторичных сырьевых ресурсов // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2017. – № 7 (153). – С. 168–174.

9. Изучение хлебопекарных свойств муки из *Dioscorea opposita* / Т.В. Меледина [и др.] // *Вестник Международной академии холода*. – 2017. – № 3. – С. 22–27. – <http://dx.doi.org/10.21047/1606-4313-2017-16-3-22-27>.

10. Скурихин, И.М., Тутельян, В.А. Химический состав российских продуктов питания : справочник. – Москва : ДеЛипринт, 2002. – 236 с.

Информация об авторах

Н. В. Сокол – д.т.н., профессор кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина».

Н. С. Санжаровская – к.т.н., доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина».

REFERENCES

1. Johnson-Down, L., Willows, N., Kenny, T.-A., Ing, A., Fediuk, K. & Sadik, T. (2019). Optimisation modelling to improve the diets of first nations individuals. *Journal of Nutritional Science*, (8). <https://doi.org/10.1017/jns.2019.30>.

2. Tam, E., Keats, E.C., Rind, F., Das, J.K. & Bhutta, Z.A. (2020). Micronutrient supplementation and fortification interventions on health and development outcomes among children under-five in low- and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, (2). <https://doi.org/10.3390/nu12020289>.

3. Birch, C.S. & Bonwick, G.A. (2019). Ensuring the future of functional foods. *International Journal of Food Science and Technology*, (5), 1467-1485. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14060>.

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

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.

4. Postanovlenie Prezidiuma RAN № 178 ot 27.11.2018 g. "Ob aktual'nykh problemakh optimizatsii pitaniya naseleniya Rossii: rol' nauki" [Resolution No. 178 of November 27, 2018 of the Presidium of the Russian Academy of Sciences "On topical problems of optimizing the nutrition of the population of Russia: the role of science"]. Moscow, 2018. 8 p. (In Russ.).

5. Alekhina, N.N., Ponomareva, E.I., Zharkova, I.M. & Grebenshchikov, A.V. (2021). Assessment of Functional Properties and Safety Indicators of Amaranth Flour Grain Bread. *Food Processing: Techniques and Technology*, (2), 323-332. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-2-323-332>.

6. Ayrumyan, V.Yu., Sokol, N.V. & Olkhovатов, E.A. (2020). Chemical composition of rice and corn grain processing products for increasing the nutritional and biological value of bakery products. *Polzunovsky vestnik*, (3), 3-10. (In Russ.) <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2020.03.001>.

7. Ayrumyan, V.Yu., Sokol, N.V. & Olkhovатов, E.A. (2020). Modeling and optimization by the method of mathematical planning of the composition of composite mixtures for the production of bread of increased nutritional and biological value. *Technology and commodity science of innovative food products*, (5), 40-45. (In Russ.) <https://doi.org/10.33979/2219-8466-2020-64-5-40-45>.

8. Merenkova, S.P. & Zhmachinskaya, E.O. (2017). Innovative method of production of bakery products using secondary raw materials. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*, (7), 168-174. (In Russ.).

9. Meledina, T.V., Golovinskaya, O.V., Amirova, E.R., Shelenga, T.V. & Gomes, S. (2017). Baking properties of flour from *Dioscorea opposita*. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*, (3), 22-27 (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.21047/1606-4313-2017-16-3-22-27>.

10. Skurikhin, I.M. & Tutelyan, V.A. (2002). *Chemical composition of Russian food products: Handbook*. Moscow: DeLiprint. (In Russ.).

Information about the authors

N. V. Sokol - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Storage Technology and Processing of Plant Growing Products of Kuban State Agrarian University.

N. S. Sanzharovskaya - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Storage Technology and Processing of Plant Growing Products of Kuban State Agrarian University.