

Научная статья

05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств (технические науки)
УДК 664.4

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.011

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОРОШКА ИЗ ЯБЛОК СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ В РЕЦЕПТУРЕ МЯСНОГО ПРОДУКТА

Александр Анатольевич Лукин¹, Юлия Александровна Бец²,
Наталья Леонидовна Наумова³

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

¹ lukin3415@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4753-3210>

² bets.jul@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9572-130X>

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

Аннотация. Известно, что яблочный порошок используется в пищевой промышленности в качестве обогащающей добавки. Цель исследований – изучение возможности применения порошка из яблок сублимационной сушки в рецептуре мясного продукта. Объекты исследований: голень охлажденная (полуфабрикаты из мяса цыплят-бройлеров), яблоки сублимационной сушки молотые, фаршированные мясные изделия. Изучен нутриентный состав сырья и готовых продуктов. Установлено, что яблочный порошок богат сахарами, органическими кислотами и пищевыми волокнами, дополнительно содержит Ag, Au, B, Be, Cu, Ga, Mn, Mo, а по количеству Ca и Fe превосходит мясо птицы в 2–2,4 раза. Голени охлажденные выгодно отличаются по содержанию белка (в 7,6 раза) и жира (в 41,3 раза), а так же Na (в 24 раза), P (в 2,5 раза), K (в 2 раза), Mg (в 1,9 раза), Se (на 33,8 %), Zn (на 17,3 %). Замещение мясного сырья яблочным порошком в дозировке 7 % сформировало у готовых изделий приятные яблочные ноты в запахе, легкий кисловато-сладковатый тон во вкусе, карамельные оттенки в цвете. В запеченных изделиях модифицированной рецептуры содержится больше Fe и Ca (на 7–7,5 %), а также Ag, Au, B, Be, Cu, Ga, Mn, Mo и пищевых волокон на фоне снижения количества белка и жира на 1,2 % и 0,6 % соответственно.

Ключевые слова: фаршированные мясные изделия, полуфабрикаты из мяса цыплят-бройлеров, яблочный порошок, химический состав.

Для цитирования: Лукин А.А., Бец Ю.А., Наумова Н.Л. О возможности использования порошка из яблок сублимационной сушки в рецептуре мясного продукта // Ползуновский вестник. 2021. № 1. С. 84–90. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.011.

Original article

ABOUT THE POSSIBILITY OF USING APPLE POWDER, OBTAINED BY FREEZE DRYING, IN A MEAT PRODUCT FORMULATION

Alexander A. Lukin¹, Yulia A. Betz², Natalia L. Naumova³

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

¹ lukin3415@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4753-3210>

² bets.jul@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9572-130X>

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

©Лукин А.А., Бец Ю.А., Наумова Н.Л., 2021

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОРОШКА ИЗ ЯБЛОК СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ В РЕЦЕПТУРЕ МЯСНОГО ПРОДУКТА

Abstract. *It is known that apple powder is used in the food industry as a fortifying supplement. The purpose of the research is to study the possibility of using freeze-dried apple powder in the formulation of a meat product. Objects of research are a chilled drumstick (semi-finished products from meat of broiler chickens), freeze-dried ground apples, stuffed meat products. The nutrient composition of raw materials and finished products were studied. It was found that the apple powder is rich in sugars, organic acids and dietary fiber, additionally contains Ag, Au, B, Be, Cu, Ga, Mn, Mo, and content of Ca and Fe exceed its content in poultry meat by 2-2.4 times. Chilled shins differ favorably in protein content (7,6 times more) and fat (41,3 times more), as well as Na (24 times more), P (2,5 times more), K (2 times more), Mg (1,9 times more), Se (33,8 %), Zn (17,3 %). Substitution of raw meat with apple powder in a dosage of 7 % formed pleasant hints of apple in the smell of finished products, a slight sourish-sweetish tone in taste, and caramel tint in color. The baked products of the modified formulation contain more Fe and Ca (by 7–7,5 %), as well as Ag, Au, B, Be, Cu, Ga, Mn, Mo and dietary fiber against a decrease in the amount of protein and fat by 1,2 % and 0,6 %.*

Keywords: *stuffed meat products, semi-finished products from meat of broiler chickens, apple powder, chemical composition.*

For citation: Lukin, A.A., Betz, Yu.A. & Naumova, N.L. (2021). About the possibility of using apple powder, obtained by freeze drying, in a meat product formulation. *Polzunovskiy vestnik*, 1, 84–90. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.011

Введение

Наиболее эффективным путем ликвидации дефицитов незаменимых пищевых веществ в рационах питания и повышения сопротивляемости организма к вредным факторам является разработка рецептур, технологий и массовое внедрение в производство пищевой продукции на основе натурального, высококачественного и безопасного сырья. Особое внимание при этом уделяется выбору природных (натуральных) источников пищевых веществ [1].

Известно, что яблочный порошок содержит комплекс биологически активных веществ: витаминов группы В, С, β-каротина, минеральных компонентов (К, Са, Р, Mg, Fe), полифенольных соединений (катехины, лейкоантоцианы), органических кислот (яблочная, янтарная, лимонная), фенолкарбоновых кислот (хлорогеновая, протокатехиновая, оротовая, никотиновая, галловая, кофейная), моносахаридов (галактоза, фруктоза, манноза, арабиноза), а также пектиновых веществ и пищевых волокон [2–5].

В этой связи нашла широкое внедрение продукция с добавлением яблочного порошка: кексы [6], пшеничный хлеб [7], хлебцы [2], шоколад [8], котлеты [9].

Цель исследований – изучение возможности применения порошка из яблок сублимационной сушки в рецептуре мясного продукта.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований выступили:

- голень охлажденная (полуфабрикаты из мяса цыплят-бройлеров) производства ОАО «Турбаслинские бройлеры» (Республика Башкортостан, г. Благовещенск), выпускаемая на соответствие качества требованиям ГОСТ 31962-13;

- яблоки сублимационной сушки молотые производства ПАО «Сибирский гостинец» (Псковская обл., д. Моглино), выпускаемые по ТУ 10.39.25-001-34457722-18;

- фаршированные мясные изделия «Куриные кармашки с маслом и травами», приготовленные по ТУ, РЦ 9214-013-64474310-12 из голени цыплят-бройлеров. Контрольные образцы готовили по традиционной рецептуре (таблица 1), опытные – с замещением 3 (опыт 1), 5 (опыт 2) и 7 % (опыт 3) массы голени куриной на молотые яблоки сублимационной сушки. Дозировки яблочного порошка были скорректированы с учетом известных данных, опубликованных в ряде научных работ [6–9]. Нетрадиционный материал вносили на стадии фарширования голени вместе с остальным растительным сырьем.

Опытные пробы куриных кармашков представляли собой голени птицы без кости с кожей, плоской формы, с продольным разрезом в виде кармана, внутри с начинкой, состоящей из масла сливочного, смеси трав и молотых сушеных яблок. Разрез был соединен шпажками. Изделия запекали при температуре 200 °С в течении 20 минут.

Таблица 1 – Рецептура лабораторных образцов куриных кармашков

Table 1 – Recipe for laboratory samples of chicken pockets

Компоненты	Количество, кг			
	контроль	опыт 1	опыт 2	опыт 3
Голень куриная бескостная	80,0	77,6	76,0	74,4
Яблоки сублимационной сушки молотые	–	2,4	4,0	5,6
Масло сливочное 72,5 %-ной жирности	19,5	19,5	19,5	19,5
Смесь трав «Летний сад»	0,5	0,5	0,5	0,5

В растительном сырье содержание веществ определяли: белка и жира – по МУ 4237-86, сахаров – по ГОСТ 8756.13-87, крахмала – классическим методом [10], органических кислот – по М 04-47-12, в мясном сырье и изделиях: белка – по ГОСТ 25011-17, жира – по ГОСТ 23042-15, влаги – по ГОСТ 9793-16, поваренной соли – ГОСТ 9957-15, дегустационную оценку – по ГОСТ 9959-15 по 9-балльной шкале. Содержание пищевых волокон во всех пробах изучали по традиционной методике [10], содержание минеральных элементов – на эмиссионном спектрометре iCAP 7200 DUO.

Результаты исследований

На первом этапе изучали пищевую ценность исследуемого сырья в сравнительном аспекте для установления эффективности

замещения голени куриной бескостной на молотые яблоки сублимационной сушки.

В яблочном порошке выявлено (таблица 2) относительно высокое содержание сахаров, органических кислот (с количественным превосходством яблочной) и пищевых волокон (с преобладанием нерастворимых). Общеизвестно, что нелетучие кислоты, содержащиеся во фруктах, не только отвечают за вкусовую окраску и аромат готовых изделий, но и способствуют выработке желудочного сока, обладают желчегонным действием [11], а нерастворимые (лигнин, целлюлоза, хитин) и растворимые (пектин, инулин) пищевые волокна способны эффективно связывать ионы тяжелых металлов и органические вещества [12], что предопределяет положительное воздействие на организм человека нового компонента в рецептуре куриных кармашков.

Таблица 2 – Нутриентный состав сырья

Table 2 – Nutrient composition of raw materials

Показатель	Результаты исследований сырья	
	голени	сушеные молотые яблоки
Массовая доля белка, %	18,30 ± 1,60	2,41 ± 0,19
Массовая доля жира, %	6,20 ± 0,50	0,15 ± 0,01
Содержание сахаров, %	–	63,70 ± 4,12
Содержание крахмала, %	–	0,60 ± 0,03
Содержание органических кислот, мг/кг, в т. ч.:		
- щавелевой		22,11 ± 1,44
- винной		80,03 ± 6,21
- яблочной	–	3652,82 ± 211,06
- лимонной		174,70 ± 13,22
- янтарной		369,52 ± 20,35
- уксусной		222,92 ± 16,38
Содержание пищевых волокон, г/100 г, в т.ч.:		
- растворимых	–	12,3 ± 0,4
- нерастворимых		4,1 ± 0,2
		8,2 ± 0,5

Минеральный состав нетрадиционного сырья оказался богаче, чем у голени цыплят-бройлеров (таблица 3) по числу элемен-

тов. Так, растительный материал дополнительно содержал Ag, Au, В, Ве, Сu, Ga, Mn, Mo и др., а по количеству микронутриентов,

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОРОШКА ИЗ ЯБЛОК СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ В РЕЦЕПТУРЕ МЯСНОГО ПРОДУКТА

имеющих важное физиологическое значение для организма человека, превосходил мясо птицы по Ca (в 2 раза), Fe (в 2,4 раза), Si (на 26,7 %). Обнаруженные уровни тяжелых металлов – As, Cd, Pb в яблочном порошке не превысили регламентированных норм ТР ТС 021/2011.

Голени охлажденные выгодно отличались как по содержанию неорганических веществ – Na (больше в 24 раза), P (в 2,5 раза),

K (в 2 раза), Mg (в 1,9 раза), Se (на 33,8 %), Zn (на 17,3 %), так и органических – белка (в 7,6 раза) и жира (в 41,3 раза).

Таким образом, замещение мясного сырья на исследуемый растительный материал является эффективным лишь в отношении повышения уровней пищевых волокон, органических кислот, сахаров, а также Ca и Fe в готовом запеченном продукте.

Таблица 3 – Минеральная ценность сырья

Table 3 - Mineral value of raw materials

Определяемый элемент	Результаты исследований сырья, мг/кг	
	голени	сушеные молотые яблоки
Ag	–	0,324 ± 0,020
Al	1,390 ± 0,092	1,199 ± 0,091
As	–	0,064 ± 0,003
Au	–	0,545 ± 0,034
B	–	7,263 ± 0,422
Be	–	0,031 ± 0,002
Ca	71,550 ± 6,610	147,205 ± 11,036
Cd	–	0,015 ± 0,001
Cr	0,087 ± 0,007	–
Cu	–	0,809 ± 0,054
Fe	4,59 ± 0,33	11,053 ± 0,561
Ga	–	0,791 ± 0,038
K	9254,210 ± 731,870	4563,120 ± 204,478
Li	0,017 ± 0,002	–
Mg	262,900 ± 21,450	139,9 ± 10,025
Mn	–	1,529 ± 0,073
Mo	–	0,242 ± 0,010
Na	731,610 ± 53,450	30,540 ± 1,221
Ni	1,070 ± 0,340	–
P	2244,220 ± 204,870	893,403 ± 64,260
Pb	–	0,212 ± 0,010
Sb	0,003 ± 0,001	–
Se	0,290 ± 0,020	0,192 ± 0,009
Si	5,730 ± 0,410	7,818 ± 0,346
Sn	–	0,159 ± 0,007
Te	0,036 ± 0,002	0,822 ± 0,040
Ti	0,074 ± 0,005	0,423 ± 0,027
V	–	0,184 ± 0,008
W	–	3,149 ± 0,116
Zn	13,780 ± 1,240	11,402 ± 0,773

На следующем этапе провели дегустацию лабораторных образцов куриных кармашков, которая позволила установить влияние яблочного порошка на потребительские характеристики продукции (рисунок 1). При этом установлено, что контрольный образец не отличался высокими оценками, выставленными за вкус и запах (7,8–7,9 балла), которые были недостаточно выраженными, пресноватыми.

Добавление растительного сырья в дозировке 7 % изменило в лучшую сторону вкусо-ароматические свойства опытных проб запеченных мясных изделий. Так, появились приятные яблочные ноты в запахе и легкий кисловато-сладковатый тон во вкусе продукции, а, следовательно, увеличились баллы за соответствующие показатели до 9,0. В цвете на разрезе появились карамельные оттенки, что позволило опыту 3 набрать максималь-

ное количество баллов за этот показатель – 9,0. Внешний вид, консистенция и сочность всех проб имели стабильно высокие характеристики.

По результатам балльной оценки получили следующие результаты: контроль $51,1 \pm 1,2$; опыт 1 – $52,4 \pm 1,5$; опыт 2 – $53,4 \pm 1,3$; опыт 3 – $54,0 \pm 1,1$.

В дальнейших исследованиях сравнивали пищевую ценность контроля и опыта 3, как наиболее удачной комбинации мясного и растительного сырья на фоне итоговой дегустационной оценки. Выявлено, что исследуемые образцы не имели существенных отличий в содержании поваренной соли (таблица 4). Но в экспериментальных изделиях дополнительно определено наличие пищевых волокон, что является положительным моментом с позиций современной нутрициологии. При этом содержание влаги имело тен-

денцию к увеличению (на 2,5 %), белка и жира – к снижению (на 1,2 % и 0,6 % соответственно).

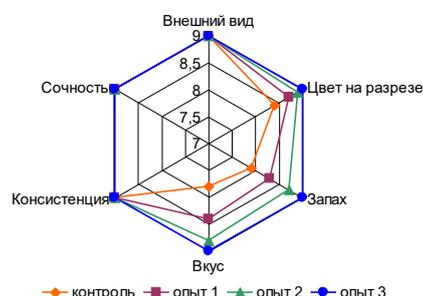


Рисунок 1 – Профилограмма лабораторных образцов куриных кармашков

Figure 1 – Profilogram of laboratory samples of chicken pockets

Таблица 4 – Нутриентный состав лабораторных образцов куриных кармашков

Table 4 – Nutrient composition of laboratory samples of chicken pockets

Показатель	Результаты исследований	
	контроль	опыт 3
Массовая доля влаги, %	$62,0 \pm 1,5$	$64,5 \pm 1,5$
Массовая доля белка, %	$24,8 \pm 1,1$	$23,6 \pm 1,2$
Массовая доля жира, %	$9,7 \pm 0,5$	$9,1 \pm 0,8$
Массовая доля поваренной соли, %	$1,5 \pm 0,2$	$1,5 \pm 0,3$
Содержание пищевых волокон, г/100 г, в т. ч.:		
- растворимых	следы	$0,85 \pm 0,04$
- нерастворимых		$0,25 \pm 0,01$
		$0,56 \pm 0,03$

Изучение минерального состава лабораторных образцов куриных кармашков выявило приоритетность опытной пробы перед контрольной по количеству отдельных микро- и макроэлементов. Так, в запеченных изделиях модифицированной рецептуры содержалось больше Fe и Ca (на 7–7,5 %), так же присутствовали Ag, Au, B, Be, Cu, Ga, Mn, Mo и др. элементы, не выявленные в контроле. Однако уровни эссенциальных макроэлементов Mg и P несколько снизились – на 3–4 %. Количественные характеристики вероятно необходимых для организма человека минеральных элементов (Al, Li, Ni) также имели тенденцию к снижению на 7–11%. Содержание остальных минеральных веществ (Se, Si, Te, Ti, Zn) и в контроле, и в опыте 3 находилось в одном количественном диапазоне.

Выводы

Установлено, что молотые яблоки сублимационной сушки богаты сахарами, органическими кислотами и пищевыми волокна-

ми, дополнительно содержат Ag, Au, B, Be, Cu, Ga, Mn, Mo, а по количеству Ca и Fe превосходят мясо птицы в 2–2,4 раза. Голени охлажденные выгодно отличаются по содержанию Na (больше в 24 раза), P (в 2,5 раза), K (в 2 раза), Mg (в 1,9 раза), Se (на 33,8%), Zn (на 17,3 %), а также белка (в 7,6 раза) и жира (в 41,3 раза). Замещение мясного сырья на яблочный порошок в дозировке 7 % сформировало у готовых изделий приятные яблочные ноты в запахе, легкий кисловато-сладковатый тон во вкусе, карамельные оттенки в цвете. В запеченных изделиях модифицированной рецептуры содержится больше Fe и Ca (на 7–7,5 %), а также Ag, Au, B, Be, Cu, Ga, Mn, Mo и пищевых волокон на фоне снижения количества белка и жира на 1,2 % и 0,6 % соответственно.

Установлена возможность использования молотых яблок сублимационной сушки в рецептуре фаршированных мясных изделий. Модификация рецептуры куриных кармашков позволила получить продукцию с улучшенными потребительскими свойствами.

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОРОШКА ИЗ ЯБЛОК СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ В РЕЦЕПТУРЕ МЯСНОГО ПРОДУКТА

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киштыков, Х.Б. Химический состав и лечебно-диетические и профилактические функции плодовоовощных порошков, добавляемых в хлебобулочные изделия из пшеничной муки / Х.Б. Киштыков, Ж.Р. Джаппуева // Аллея науки. – 2017. – Т. 4. – № 9. – С. 789–796.
2. Исследование состава сахаров в хлебцах хрустящих, обогащенных яблочным порошком / Э.А. Пьяникова, И.В. Черемушкина, А.Е. Ковалева, Е.И. Быковская // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2020. – Т. 82. – № 1 (83). – С. 157–163. DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-1-157-163>.
3. Антиоксидантная активность пищевых добавок, полученных из вторичных растительных ресурсов / Н.Н. Корнен, М.В. Лукьяненко, Т.А. Шахрай // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 126. – С. 109–118.
4. Возможности использования сублимированных растительных порошков при производстве зерновых экструдированных продуктов / О.Е. Бакуменко, Е.В. Алексеенко, Н.В. Рубан // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2019. – № 1. – С. 116–129.
5. Определение антиоксидантной активности пектиновых веществ / Н.А. Клебанова, В.А. Седак ова, Н.И. Ярутич, А.В. Клебанов // Здоровье и окружающая среда. – 2017. – № 27. – С. 232–235.
6. Нургалиева, А.А. Применение яблочного порошка в изготовлении мучных кондитерских изделий / А.А. Нургалиева, Л.И. Пусенкова // Аллея науки. – 2017. – Т. 3. – № 10. – С. 241–248.
7. Перфилова, О.В. Разработка нового способа приготовления теста из пшеничной муки высшего сорта с использованием яблочного и тыквенного порошков / О.В. Перфилова // Новые технологии. – 2019. – Вып. 1 (47). – С. 141–148. DOI: [10.24411/2072-0920-2019-10114](http://doi.org/10.24411/2072-0920-2019-10114).
8. Линовская, Н.В. Разработка шоколада с тонкоизмельченными добавлениями / Н.В. Линовская // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2019. – № S9. – С. 114–123.
9. Могильный, М.П. Оценка биологической ценности мясных рубленых изделий с фруктовыми наполнителями / М.П. Могильный, В.И. Саркисова // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 2. – № 6. – С. 57–62.
10. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов // Под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М.: Брандес, Медицина, 1998. – 342 с.
11. Пищевая химия: 5-е изд., исправленное и дополненное // А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др. – СПб.: Гиорд, 2012. – 670 с.
12. Сольватационно-координационный механизм сорбции ионов тяжелых металлов целлюлозо-содержащим сорбентом из водных сред / Т.Е. Никифорова, В.А. Козлов, Е.А. Модина // Химия растительного сырья. – 2010. – № 4. – С. 23–30.

Информация об авторах

А. А. Лукин – кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевые и биотехнологии» Южно-Уральского государственного университета.

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

Н. Л. Наумова – магистрант кафедры «Экология и химическая технология» Южно-Уральского государственного университета.

REFERENCES

1. Kishtykov, Kh.B. & Dzhappueva J.R. (2017). Chemical composition and medicinal, dietary and preventive functions of fruit and vegetable powders added to bakery products made from wheat flour. *Science Alley*, 4(9), 789–796.
2. Pyanikova, E.A., Cheryomushkina, I.V., Kovaleva, A.E. & Bykovskaya E.I. (2020). Investigation of the composition of sugars in crispy loaves enriched with apple powder. *Vestnik of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 82(1(83)), 157–163. (In Russ.). DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-1-157-163>.
3. Kornen, N.N., Lukyanenko, M.V. & Shakhrai T.A. (2017). Antioxidant activity of food additives obtained from secondary plant resources. *Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University*, (126), 109–118. (In Russ.).
4. Bakumenko, O.E., Alekseenko, E.V. & Ruban N.V. (2019). Possibilities of using sublimated vegetable powders in the production of grain extruded products. *Storage and processing of agricultural raw materials*, (1), 116–129. (In Russ.).
5. Klebanova, N.A., Sedakova, V.A., Yarutich, N.I. & Klebanov, A.V. (2017). Determination of antioxidant activity of pectin substances. *Health and Environment*, (27), 232–235. (In Russ.).
6. Nurgalieva, A.A. & Pusenkova, L.I. (2017). The use of apple powder in the manufacture of flour confectionery products. *Alley of Science*, 3(10), 241–248. (In Russ.).
7. Perfilova, O.V. (2019). Development of a new method for preparing dough from premium wheat flour using apple and pumpkin powders. *New technologies*, 1(47), 141–148. (In Russ.). DOI: [10.24411/2072-0920-2019-10114](http://doi.org/10.24411/2072-0920-2019-10114).
8. Linovskaya, N.V. (2019). Development of chocolate with finely ground additions. *Electronic network polythematic journal "Scientific works of KubGTU"*, (S9), 114–123.
9. Mogilny, M.P. & Sarkisova, V.I. (2017). Evaluation of the biological value of minced meat products with fruit fillers. *Successes of modern science*, 2(6), 57–62. (In Russ.).

10. Skurihin, I.M. & Tutel'yan, V.A. (1998). *Guide to methods of analysis of quality and safety of food products*. Moscow: Brandes, Medicine. (In Russ.).
11. Nechaev, A.P., Traubenberg, S.E., Kochetkova, A.A. & others. (2012). *Food chemistry: 5th ed., Revised and supplemented*. SPb. : Giord. (In Russ.).
12. Nikiforova, T.E., Kozlov, V.A. & Modina E.A. (2010). Solvation-coordination mechanism of sorption of heavy metal ions by cellulose-containing sorbent from aqueous media. *Chemistry of vegetable raw materials*, (4), 23–30. (In Russ.).

Information about the authors

A. A. Lukin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University.

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

N. L. Naumova – Master's student of the Department of Ecology and Chemical Technology, South Ural State University.

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

Статья поступила в редакцию 12.10.2020; одобрена после рецензирования 12.02.2021; принята к публикации 17.02.2021.

The article was received by the editorial board on 12 Oct 20; approved after reviewing on 12 Feb 21; accepted for publication on 17 Feb 21.