

## БЕЗОПАСНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО В ПИЩЕВЫХ СИСТЕМАХ

**Н.Л. Наумова**, доктор технических наук, профессор  
**Ю.А. Бец**, аспирант

*Южно-Уральский государственный университет (НИУ)*  
E-mail: bets.jul@yandex.ru

**Ключевые слова:** яблоки сублимационной сушки, орех бразильский, безопасность, пищевая ценность.

Реферат. Разработанные обогащенные продукты содержат ингредиенты, которые широко исследованы по строго определенному набору макро- и микронутриентов, дефицитных для организма человека. Однако присутствие в обогащающем сырье дополнительных нерегламентированных элементов всесторонне практически не изучается. В этом контексте актуальным является вопрос комплексного исследования не только пищевой ценности, но и элементного состава сырья, повышающего пищевую плотность обогащаемого продукта. Целью исследований стало изучение безопасности и химического состава растительного сырья, применяемого для повышения нутриентной плотности пищевых систем. В качестве объектов исследований использовали яблоки сублимационной сушки молотые производства ПАО «Сибирский гостинец» (Псковская обл., д. Моглино) и ядра ореха бразильского производства ООО «Комсервис» (Московская обл., г. Мытищи). Установлено, что исследуемые растительные материалы по элементному составу и микробиологическим показателям являются безопасными для здоровья человека. Изучение пищевой плотности показало несоответствие молотых яблок по количеству белка и жира заявленным уровням в меньшую сторону на 45,2 и 96,2% соответственно. Однако яблочный порошок отличается относительно высоким содержанием минеральных элементов Mo, Na, Si, Ga, B, сахаров, крахмала, пищевых волокон и органических кислот, ядра бразильского ореха – Mg, Se, Cu, P, Ca, Mn, Zn, Fe, Co, Ni, Al, белка и липидов.

## SAFETY OF VEGETABLE RAW MATERIALS USED IN FOOD SYSTEMS

**N.L. Naumova**, Doctor of Technical Sciences, Professor  
**Yu.A. Betz**, Graduate Student

*South Ural State University (National Research University)*

**Key words:** freeze-dried apples, Brazilian nuts, safety, nutritional value.

Abstract. The developed fortified products contain ingredients that are widely studied for a strictly defined set of macro-and micro-components that are deficient for the human body. However, the presence of additional unregulated elements in the enriching raw materials is not fully studied. In this context, the issue of a comprehensive study of not only the nutritional value, but also the element composition of raw materials that increase the nutritional density of the enriched product is relevant. The aim of the research was to study the safety and chemical composition of plant raw materials used to increase the nutrient density of food systems. Freeze-dried ground apples produced by PJSC Sibirsky gostinets (Pskov region, Moglino village) and Brazil nut kernels produced by Comservice LLC (Moscow region, Mytishchi) were used as research objects. It is established that the studied plant materials are safe for human health in terms of their elemental composition and microbiological indicators. The study of food density showed that ground apples did not correspond to the declared levels of protein and fat by 45,2 and 96,2%, respectively. However, Apple powder has a relatively high content of mineral elements Mo, Na, Si, Ga, B, sugar, starch, dietary fiber and organic acids, Brazil nut kernels-Mg, Se, Cu, P, CA, Mn, Zn, Fe, Co, Ni, Al, protein and lipids.

Загрязнение окружающей среды и пищевых продуктов, в том числе тяжелыми металлами, в нашей стране – одна из причин того, что средняя продолжительность жизни в России сократилась до 66 лет. Многие болезни связаны с питанием ниже физиологических норм в условиях экологической ситуации, определяющей качество пищевых продуктов и нормальную жизнедеятельность организма человека [1, 2].

Разработанные обогащенные продукты содержат ингредиенты, которые широко исследованы по строго определенному набору макро- и микронутриентов, дефицитных для организма человека. Однако присутствие в обогащающем сырье дополнительных нерегламентированных элементов всесторонне практически не изучается. В пищевом производстве рекомендуется использовать только экологически безопасное сырье. В этом контексте актуальным является вопрос комплексного исследования не только пищевой ценности, но и элементного состава сырья, повышающего пищевую плотность обогащаемого продукта [3].

Известно, что яблочный порошок богат витаминами, органическими и фенолкарбоновыми кислотами, моносахаридами, пектиновыми веществами и пищевыми волокнами, а бразильский орех рассматривается как кладовая полноценного белка, микроэлементов (Se, Cu, Mn, I), жирных кислот [4–8]. В этой связи они нашли широкое применение в рецептурах кексов, хлеба, шоколада, котлет, творожных сырков, злаковых батончиков, орехоподобных масс [9–15] для повышения их нутриентной плотности. Как следствие, целью исследований стало изучение безопасности и химического состава этого растительного сырья.

В качестве объектов исследований использовали:

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

– ядро ореха бразильского боливийского происхождения производства ООО «Комсервис» (Московская обл., г. Мытищи), выпускаемое по ТУ 9760–002–76440635–16.

Содержание влаги в растительном сырье определяли по ГОСТ 28561–90, белка и жира – по МУ 4237–86, сахаров – по ГОСТ 8756.13–87, крахмала и пищевых волокон – по традиционной методике [16], органических кислот – по М 04–47–12, минеральных элементов – на эмиссионном спектрометре iCAP 7200 DUO. Определение КМАФАнМ проводили по ГОСТ 10444.15–94, БГКП – по ГОСТ 31747–2012, плесеней – по ГОСТ 10444.12–2013.

Применение нетрадиционных растительных компонентов в составе базовых продуктов требует тщательного изучения их качества и безопасности в связи с нарастающей техногенной нагрузкой на сельское хозяйство и внедрением ускоренных технологий возделывания культур. Известно, что загрязнение среды тяжелыми металлами через их миграцию по почвенному профилю приводит к транслокации в тканях растений [17, 18], поэтому актуален вопрос изучения элементного состава исследуемых материалов. Результаты испытаний представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Минеральный состав исследуемых материалов, мг/кг**

Определяемый элемент	Сушеные молотые яблоки	Орех бразильский
1	2	3
Ag	0,324±0,020	0,233±0,017
Al	1,199±0,091	3,530±0,240
As	0,064±0,003	0,046±0,003
Au	0,545±0,034	0,792±0,061
B	7,263±0,422	3,381±0,212
Be	0,031±0,002	0,022±0,002
Ca	147,205±11,036	857,410±54,320
Cd	0,015±0,001	0,020±0,002

Окончание табл. 1

1	2	3
Co	-	1,124±0,097
Cu	0,809±0,054	7,399±0,510
Fe	11,053±0,561	33,780±2,110
Ga	0,791±0,038	0,252±0,013
K	4563,120±204,478	3226,007±194,550
Mg	139,900±10,025	1668,020±112,440
Mn	1,529±0,073	6,443±0,421
Mo	0,242±0,010	0,078±0,005
Na	30,540±1,221	-
Ni	-	2,639±0,193
P	893,403±64,260	7975,012±601,210
Pb	0,212±0,010	0,009±0,002
Se	0,192±0,009	2,094±0,110
Si	7,818±0,346	3,196±0,251
Sn	0,159±0,007	0,142±0,011
Te	0,822±0,040	0,857±0,062
Ti	0,423±0,027	0,570±0,040
V	0,184±0,008	0,229±0,014
W	3,149±0,116	2,112±0,183
Zn	11,402±0,773	50,153±3,276

В изучаемых объектах не обошлось без присутствия тяжелых металлов – As, Cd, Pb, однако уровни их содержания не превысили регламентированных ТР ТС 021/2011 норм.

Из группы жизненно необходимых элементов можно отметить относительно высокое содержание в ореховом сырье Mg (больше, чем в сушеных яблоках, в 12 раз), Se (в 11 раз), Cu (в 9,1 раза), P (в 8,9 раза), Ca (в 5,8 раза), Mn (в 4,3 раза), Zn (в 4,4 раза), Fe (в 3 раза), а также Co; в яблочном – Mo (в 3,1 раза) и Na. Условно необходимые микроэлементы присутствуют в обоих видах сырья, при этом Si больше (в 2,4 раза) в сушеных яблоках, а Ni – в ядрах ореха бразильского. Нельзя не уделить внимания микроэлементам с недостаточно изученной ролью в метаболизме человека. Так, Al содержится больше (в 3 раза) в орехах, Ga и B – в яблоках (в 3,1 и 2,1 раза соответственно).

Микробиологическая составляющая безопасности обогащающего сырья имеет большое значение, особенно если в дальнейшем продукт, его содержащий, не проходит дополнительную термическую обработку. Проверка обсемененности изучаемых материалов показала соответствие их качества требованиям действующего нормативного документа ТР ТС 021/2011 (табл. 2).

Таблица 2

**Показатели микробиологической безопасности исследуемых материалов**

Показатель	Норма по ТР ТС 021/2011, не более	Сушеные молотые яблоки	Орех бразильский
КМАФАнМ, КОЕ/г	5x10 <sup>4</sup> – для плодов сублимационной сушки	4,3 x 10 <sup>3</sup>	9,7 x 10 <sup>3</sup>
Плесени, КОЕ/г	100 – для плодов сублимационной сушки; 1000 – для необжаренных орехов	< 10	< 100
БГКП, не допускаются в массе продукта, г	0,1 – для плодов сублимационной сушки; 0,01 – для необжаренных орехов	Не обнаружены	

Использование исследуемых компонентов в технологиях пищевых производств предполагает, в первую очередь, обогащение пищевых систем физиологически активными веществами. Поэтому представляло определенный интерес изучение их пищевой ценности. Результаты испытаний представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Нутриентный состав исследуемых материалов**

Показатель	Сушеные молотые яблоки	Орех бразильский
Массовая доля белка, %	2,41±0,19 [4,4 г] *	18,7±1,5 [14,3 г] *
Массовая доля жира, %	0,15±0,01 [4 г] *	67,5±3,3 [66,9 г] *
Содержание сахаров, %	63,70±4,12	2,70±0,16
Содержание крахмала, %	0,60±0,03	0,30±0,02
Содержание органических кислот, мг/кг		
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		
растворимых	12,3±0,4	7,4±0,4
нерастворимых	4,1±0,2	1,9±0,3
	8,2±0,5	5,5±0,4

\* Содержание нутриента по данным производителя.

Установлено, что по содержанию белка и жира яблоки сублимационной сушки молотые не соответствуют уровням, заявленным производителем на этикетке. Так, количество белка отклоняется в меньшую сторону на 45,2%, жира – на 96,2%. Несмотря на это, в яблочном порошке содержится относительно много сахаров (больше, чем в орехах, в 23,6 раза), крахмала (в 2 раза), пищевых волокон (в 1,7 раза) и органических кислот с преобладанием яблочной.

Ядра бразильского ореха выгодно отличаются количеством белка и липидов – в 7,7 и 450 раз соответственно.

Исследуемое растительное сырье по элементному составу и микробиологическим показателям признано безопасным для здоровья человека. Изучение пищевой плотности показало несоответствие молотых яблок сублимационной сушки по количеству белка и жира заявленным уровням. Однако яблочный порошок отличается относительно высоким содержанием Mo, Na, Si, Ga, B, сахаров, крахмала, пищевых волокон и органических кислот, ядра бразильского ореха – Mg, Se, Cu, P, Ca, Mn, Zn, Fe, Co, Ni, Al, белка и липидов.

Исследования выполнены при поддержке Правительства РФ (Постановление № 211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.A03.21.0011.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тимошенко Н.В., Патиева А.М., Лисовицкая Е.П. Разработка новых видов мясосодержащих консервов для питания людей в условиях неблагоприятной экологической обстановки // Молодой ученый. – 2014. – № 18. – С. 298–299.
2. Бокова Т.И. Экологические основы инновационного совершенствования пищевых продуктов. – Новосибирск, 2011. – 284 с.
3. Медведев А.М., Магомедов А.М., Мишкевич Э.Ю. Современный методологический подход к обогащению продуктов питания эссенциальными микроэлементами // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2019. – № 3. – С. 288–295.

4. Киштыков Х. Б., Джаппуева Ж. Р. Химический состав и лечебно-диетические и профилактические функции плодовоовощных порошков, добавляемых в хлебобулочные изделия из пшеничной муки // Аллея науки. – 2017. – Т. 4, № 9. – С. 789–796.
5. Исследование состава сахаров в хлебцах хрустящих, обогащенных яблочным порошком / Э. А. Пьяникова, И. В. Черемушкина, А. Е. Ковалева [и др.] // 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>.
6. Кантороева А. К. Анализ развития мирового рынка орехоплодовых культур // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2019. – Т. 2, № 3. – С. 147–154.
7. Климова Е. В. Сравнительное изучение общего содержания масла, жирнокислотного профиля, перекисного числа, концентрации токоферола, фитостерина и сквалена в ядрах бразильского ореха, пекана, кедровых орешков, фисташки и кешью // Пищевая и перерабатывающая промышленность: Реферативный журнал. – 2008. – № 2. – С. 369.
8. Martins M., Kluszczowski A. M., Scussel V. M. In vitro activity of the brazil nut (*Bertholletia excelsa* h. b. k.) oil in aflatoxigenic strains of *Aspergillus parasiticus* // European food research and technology. – 2014. – Vol. 239, N 4. – P. 687–693.
9. Нургалиева А. А., Пусенкова Л. И. Применение яблочного порошка в изготовлении мучных кондитерских изделий // Аллея науки. – 2017. – Т. 3, № 10. – С. 241–248.
10. Перфилова О. В. Разработка нового способа приготовления теста из пшеничной муки высшего сорта с использованием яблочного и тыквенного порошков // Новые технологии. – 2019. – Вып. 1 (47). – С. 141–148. – DOI: [10.24411/2072-0920-2019-10114](https://doi.org/10.24411/2072-0920-2019-10114).
11. Линовская Н. В. Разработка шоколада с тонкоизмельченными добавлениями // Научные труды КубГТУ: электронный сетевой политематический журнал. – 2019. – № 9. – С. 114–123.
12. Могильный М. П., Саркисова В. И. Оценка биологической ценности мясных рубленых изделий с фруктовыми наполнителями // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 2, № 6. – С. 57–62.
13. Укконен Т. И., Белозерова М. С. Разработка творожного сырка с повышенным содержанием селена // Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке: материалы VIII Междунар. науч.-техн. конф. – СПб., 2017. – С. 264–267.
14. Пат. № 2706159 С1, РФ, МПК А23L 7/10 (2016.01), А23L 33/10 (2016.01). Злаковый батончик для питания работающих с вредными соединениями мышьяка и фосфора / Т. Ю. Гумеров, Л. З. Габдукаева, К. Ю. Швинк; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Казанский национальный исследовательский университет им. А. Н. Туполева-КАИ. – № 2019114813, опублик. 14.11.2019.
15. Пат. № 2603892 С1, РФ, МПК А23L 25/00 (2016.01). Способ приготовления орехоподобной массы / Н. С. Родионова, Е. С. Попов, Т. В. Алексеева, О. А. Соколова, А. С. Шахов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет инженерных технологий. – № 2015126022/13, опублик. 10.12.2016.
16. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / под ред. И. М. Скурихина, В. А. Тутельяна. – М.: Брандес, Медицина, 1998. – 342 с.
17. Изменчивость антиоксидантной активности можжевельника казацкого в градиенте содержания ионов меди на Южном Урале / А. В. Щербаков, С. Р. Рахматуллина, М. В. Чистякова-Мавлетова, И. Ю. Усманов // Вестник Башкирского университета. – 2013. – Т. 18, № 4. – С. 1081–1084.
18. Киричук А. А., Горбачев А. Л., Гармаева И. Ю. Биоэлементология как интегративное направление науки о жизни / под ред. А. В. Скального. – М., 2020. – 110 с.

## REFERENCES

1. Timoshenko N. V. Razrabotka novyh vidov myasosoderzhashchih konser-vov dlya pitaniya lyudej v usloviyah neblagopriyatnoj ekologicheskoy obsta-novki / Patieva A. M., Lisovickaya E. P. // Molodoj uchenyj. – 2014. – № 18. – S. 298–299.
2. Bokova T. I. Ekologicheskie osnovy innovacionnogo sovershenstvo-vaniya pishchevyh produktov / Novosibirsk, 2011. – 284 s.

3. Medvedev A.M., Magomedov A.M., Mishkevich E.YU. Sovremennyy meto-dologicheskij podhod k obogashcheniyu produktov pitaniya esencial'nymi mikroelementami // Nauka. Tekhnika. Tekhnologii (politekhničeskij vest-nik). – 2019. – № 3. – S. 288–295.
4. Kishtykov H.B., Dzhappueva ZH.R. Himicheskiy sostav i lechebno-dieticheskie i profilakticheskie funkcii plodoovoshchnyh poroshkov, dobav-lyaemyh v hlebobulochnye izdeliya iz pshenichnoj muki // Alleya nauki. – 2017. – T. 4, № 9. – S. 789–796.
5. Issledovanie sostava saharov v hlebcah hrustyashchih, obogashchennyh yablochnym poroshkom / E.A. P'yanikova, I.V. Chermushkina, A. E. Kovaleva [i dr.] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inženernyh tekhnologij. – 2020. – T. 82, № 1 (83). – S. 157–163. – DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-1-157-163>.
6. Kantoroeva A.K. Analiz razvitiya mirovogo rynka orekhoplodovyh kul'tur // Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya. – 2019. – T. 2, № 3. – S. 147–154.
7. Klimova E.V. Sravnitel'noe izučenie obščhego soderzhaniya masla, zhirkokislотного профиля, perekisного числа, koncentracii tokoferola, fitosterina i skvalena v yadrah brazil'skogo orekha, pekana, kedrovyh oreshkov, fistashki i kesh'yu // Pishchevaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost': Referativnyy zhurnal. – 2008. – № 2. – S. 369.
8. Martins M., Kluszcovski A.M., Scussel V.M. In vitro activity of the brazil nut (*bertholletia excelsa* h.b. k.) oil in aflatoxigenic strains of *aspergillus parasiticus* // European food research and technology. – 2014. – Vol. 239, N 4. – P. 687–693.
9. Nurgalieva A.A., Pusenkova L.I. Primenenie yablochnogo poroshka v izgotovlenii muchnyh konditerskiy izdelij // Alleya nauki. – 2017. – T. 3, № 10. – S. 241–248.
10. Perfilova O.V. Razrabotka novogo sposoba prigotovleniya testa iz pshenichnoj muki vysshego sorta s ispol'zovaniem yablochnogo i tykvenного poroshkov // Novye tekhnologii. – 2019. – Vyp. 1 (47). – S. 141–148. – DOI: [10.24411/2072-0920-2019-10114](https://doi.org/10.24411/2072-0920-2019-10114).
11. Linovskaya N.V. Razrabotka shokolada s tonkoizmel'čennymi do-bavleniyami // Nauchnye trudy KubGTU: elektronnyy setevoy politematicheskij zhurnal. – 2019. – № 9. – S. 114–123.
12. Mogil'nyj M.P., Sarkisova V.I. Ocenka biologicheskoy cennosti myasnyh rublenyh izdelij s fruktovyimi napolnitelyami // Uspekhi sovremen-noy nauki. – 2017. – T. 2, № 6. – S. 57–62.
13. Ukkonen T.I., Belozerova M. S. Razrabotka tvorozhnogo syrka s po-vyshennym soderzhaniem selena // Nizkotemperaturnye i pishchevye tekhnolo-gii v XXI veke: Materialy VIII Mezhdunar. nauch. – tekhn. konf. – Sankt-Peterburg, 2017. – S. 264–267.
14. Pat. № 2706159 C1, RF, MPK A23L 7/10 (2016.01), A23L 33/10 (2016.01). Zlakovyj batonchik dlya pitaniya rabotayushchih s vrednymi soedi-neniyami mysh'yaka i fosfora / T.YU. Gumerov, L. Z. Gabdukaeva, K.YU. SHvink; zayavitel» i patentoobladatel» FGBOU VO «Kazanskiy nacional'nyj issle-dovatel'skiy universitet im. A. N. Tupoleva-KAI. – № 2019114813, opubl. 14.11.2019.
15. Pat. № 2603892 C1, RF, MPK A23L 25/00 (2016.01). Sposob pri-gotovleniya orekhopodobnoy massy / N. S. Rodionova, E. S. Popov, T. V. Alek-seeva, O. A. Sokolova, A. S. SHahov; zayavitel» i patentoobladatel» FGBOU VO «Voronezhskij gosudarstvennyj universitet inženernyh tekhnologij. – № 2015126022/13, opubl. 10.12.2016.
16. Rukovodstvo po metodam analiza kachestva i bezopasnosti pishchevyh produktov / pod. red. I.M. Skurihina, V.A. Tutel'yana. – M.: Brandes, Me-dicina, 1998. – 342 s.
17. Izmenchivost» antioksidantnoj aktivnosti mozgzhevel'nika kazac-kogo v gradiente soderzhaniya ionov medi na YUzhnom Urale / A.V. SHCHerbakov, S.R. Rahmatullina, M.V. CHistyakova-Mavletova, I.YU. Usmanov // Vestnik Bashkirskogo universiteta. – 2013. – T. 18, № 4. – S. 1081–1084.
18. Kirichuk A.A., Gorbachev A.L., Tarmaeva I.YU. Bioelementologiya kak integrativnoe napravlenie nauki o zhizni / pod red. A. V. Skal'nogo. – M., 2020. – 110 s.