

Научная статья

УДК 615.326

DOI: 10.15372/KhUR2025659

EDN: JPDKBM

Содержание химических элементов в масле и орешках кедрового стланика (*Pinus pumila*) из экологически чистого района Магаданской области

Е. А. ЛУГОВАЯ , Е. М. СТЕПАНОВА

Научно-исследовательский центр “Арктика” ДВО РАН, Магадан, Россия

E-mail: elena_plant@mail.ru , at-evgenia@mail.ru

Аннотация

С целью определения региональной специфики минерального состава сыродавленного масла и ядер орешков кедрового стланика (*Pinus pumila*), произрастающего в экологически чистом районе Магаданской области, проанализировано содержание 25 макро- и микроэлементов. Результаты проведенного исследования позволяют сделать вывод о том, что сыродавленное масло орешков кедрового стланика служит источником важнейших микроэлементов – Zn и Cr. Установлено, что орешки кедрового стланика являются ценным пищевым продуктом, так как включение в ежедневный рацион питания всего 100 г орешков способно наполовину удовлетворить суточную потребность взрослого человека в Mg, P, Cu, Se, Zn. Это позволяет рекомендовать сыродавленное кедровое масло и орешки кедрового стланика к включению в ежедневный рацион как биологически активную добавку, которая при регулярном применении в количестве не более 1–2 чайных ложки в день способна восполнять дефицит некоторых жизненно важных макро- и микроэлементов для лиц любого возраста. Превышения допустимых уровней токсичных элементов в исследованных образцах обнаружено не было, что позволяет констатировать экологическую безопасность районов произрастания орехоплодного дикорастущего древовидного кустарника.

Ключевые слова: макро- и микроэлементы, суточная потребность, кедровый стланик, ядро ореха, сыродавленное масло, север

Для цитирования: Луговая Е. А., Степанова Е. М. Содержание химических элементов в масле и орешках кедрового стланика (*Pinus pumila*) из экологически чистого района Магаданской области // Химия в интересах устойчивого развития. 2025. Т. 33, № 3. С. 348–353. DOI: 10.15372/KhUR2025659. EDN: JPDKBM.

Original article

The content of chemical elements in the oil and seeds of dwarf cedar pine (*Pinus pumila*) from an environmentally clean area of the Magadan Region

Е. А. LUGOVAYA , Е. М. STEPANOVA

Scientific Research Center “Arktika”, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Magadan, Russia

E-mail: elena_plant@mail.ru , at-evgenia@mail.ru

Abstract

To specify the region-associated mineral composition of the raw nut oil and seeds of the dwarf cedar pine (*Pinus pumila*) growing in an environmentally clean area of the Magadan Region, the content of 25 macro- and microelements in the raw materials was analysed. The results of the study allow us to conclude that the raw

cedar nut oil is a source of the important trace elements – Zn and Cr. It has been determined that pine nuts can be considered as valuable food item because the inclusion of nuts in the diet in the amount of only 100 g can half satisfy the adult daily needs for Mg, P, Cu, Se, and Zn. This allows us to recommend raw cedar nut oil and pine seeds to be included into daily diet as a biologically active additive, which will replenish the deficiency of some vitally essential macro- and microelements for persons of any age when taken regularly in the amount not more than 1–2 teaspoons a day. No excess of the permissible levels of toxic elements in the studied samples was found, which confirms the environmental safety of the areas where the wild nut bush grows.

Keywords: macro- and microelements, daily needs, dwarf cedar pine, pine seeds, raw cedar nut oil, the North

ВВЕДЕНИЕ

Здоровое (рациональное, сбалансированное) питание служит основополагающим фактором, обеспечивающим нормальный рост и развитие организма человека, фактором сохранения уровня здоровья и повышения качества и продолжительности жизни, а также фактором адекватной адаптации организма человека к условиям окружающей среды.

Важнейшим направлением развития науки и техники в области производства продуктов питания являются фундаментальные и прикладные научные исследования в областях, которые расширяют познания человека о его потребностях в пищевых веществах и энергии, о свойствах сырья и продуктов, а также создают технологическую основу для совершенствования уже имеющихся процессов производства продуктов питания [1]. Немаловажное значение при этом приобретает возможность применения местного растительного сырья, содержащего биологически активные компоненты, способствующие повышению иммунитета человека, снижению алиментарных, цереброваскулярных и онкологических заболеваний [2].

В ранее проведенных исследованиях мы изучали содержание макро- и микроэлементов в дикорастущих ягодах, произрастающих в границах города Магадана [3–5], а также аминокислотный и минеральный состав кипрея узколистного (*Chamerion angustifolium* L.) [6]. Интерес к изучению дикорастущих растений оправдан, поскольку дикорастущие травы, ягоды, плоды, орехи служат ценнейшим источником биологически активных веществ, в том числе макро- и микроэлементов (МЭ).

Кедровый стланик (сосна низкая, сосна кедровая стланиковая, сосна стелющаяся) – *Pinus pumila* – небольшое вечнозеленое хвойное древесное растение с широко раскинутыми ветвями или сильно ветвистый крупный кустарник высотой до 6–8 м с толщиной ствола 10–12 см у шейки корня, уникальное по своим эколого-био-

логическим особенностям, самый северный орехоплодный вид из семейства Сосновые (Pinaceae).

Ареал произрастания *P. pumila* охватывает Дальний Восток, Восточную Сибирь, северо-восток Монголии и Китая, северную Японию, Корею. Концентрируется кедровый стланик в основном по горным хребтам, выходя за верхнюю границу леса, где образует сплошные труднопроходимые заросли, а также в приморской полосе Охотского и Берингова морей, Татарского пролива и Тихоокеанского побережья (Курильские острова). В других районах планеты в естественных условиях кедровый стланик не встречается. Семена (так называемые орешки) употребляются в пищу в сыром виде и используются в кондитерском производстве. Различные части кедрового стланика (корни, побеги, хвоя, орешки) в виде разнообразных продуктов (отвары, настои, смола (живица), полиненасыщенные жирные кислоты и эфирное масло) широко используются в традиционной медицине [7].

В литературе встречаются данные о содержании МЭ в разных частях сибирского кедра (*Pinus sibirica*), корейского (маньчжурского) кедра (*Pinus koraiensis*) и других хвойных растений [8–10], но данных по содержанию МЭ именно в *P. pumila* нет. Часть работ посвящена изучению биологических особенностей кедрового стланика [11], однако чаще внимание уделяется экологической безопасности и содержанию различных химических веществ в растениях семейства Pinaceae, произрастающих в экологически неблагоприятных регионах и на территориях после загрязнения или добычи полезных ископаемых [12–14].

По данным “Союза переработчиков дикоросов” [15], в мире основное производство кедровых орехов и масла сосредоточено на корейском кедре (60 % мирового рынка), сибирском кедре (20 %), сосне Жерарда (*Pinus gerardiana*) (15 %) и сосне итальянской (*Pinus pinea*) (5 %). Переработка же практически всех кедровых орехов происходит в Китае (72 %). Для сравнения, в России перерабатывается только 0.5 % от воз-

можного сырья, причем доставляется до потребителя оно далеко не сразу, хотя и с хорошим сроком годности. Содержание химических элементов в продуктах переработки сырья из различных видов хвойных растений достаточно высоко. Уникальность нашего исследования заключается в определении пищевой ценности продуктов из кедрового стланика как доступного биоресурса для жителей северных территорий.

Таким образом, цель настоящей работы – анализ макро- и микроэлементного состава ядер орешков кедрового стланика (*P. pumila*), произрастающего в экологически чистом районе Магаданской области, и сыродавленного масла из них.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Материалы

На территории Магаданской области заросли кедрового стланика занимают 44.2 % лесопокрытой площади. Обилие шишек в текущем году зависит от погоды и всецело определяется эффективностью опылительного процесса, протекавшего в прошлый сезон. Зрелые шишки светло-бурого цвета длиной 4–5 см (реже 6–7 см) и около 3 см шириной. По форме они яйцевидные, удлинненно-конические или округлые, семена созревают в августе–сентябре, шишки сохраняются на кустах 7–10 сут. В зависимости от размеров шишек и эффективности опылительного процесса количество в них семян (орешков) колеблется от 21 до 58 шт., составляя в среднем 32–45 шт. В урожайный год в долине р. Колымы кедровый стланик дает до 60 тыс. шишек или 150–160 кг орешков на гектар насаждений [16].

Заготовка шишки кедрового стланика производилась на территории Магаданской области вне особо охраняемых природных территорий, территорий вокруг населенных пунктов, туристических баз, лечебных и оздоровительных учреждений, автомобильных дорог федерального, областного и муниципального значения, путем сбора шишек с кустарников или подбора опавших шишек с земли в период максимального созревания – август, сентябрь и до первого снега. При сборе с растения оставляли 30 % шишек для семенного возобновления и на корм животным. Перед поставкой ореха на производство шишку рушат на станке (шишкобойке). Станок дробит шишку с помощью специального вала. Далее на веялке орешки отделяются от частей шишки, скорлупы и сора, и на шелушилках очищаются от шелухи. Для изготовления

масла полученная масса орешков отжимается на прессе (усилие 70–80 т) в течение 40 мин. В данном процессе выход масла на 10 кг сырья составляет 2.5 кг. Полученное сыродавленное масло не подвергается никакой дополнительной обработке, разбавлению или консервированию. Далее масло разливается в бутылки 250 мл из темного стекла. Срок хранения готового продукта составляет 12 месяцев.

Методы исследования

Анализ образцов орешков кедрового стланика и сыродавленного масла из этих орешков, собранных в экологически чистом Среднекамском районе Магаданской области и предоставленных ИП Павленко В. А. (“Дары Колымы”[®]), проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) на квадрупольном масс-спектрометре PlasmaMS 300 (NCS Testing Technology, Великобритания) согласно МУК 4.1.985-00 “Определение содержания токсичных элементов в пищевых продуктах и продовольственном сырье. Методика автоклавной пробоподготовки” в рамках договора о научно-практическом сотрудничестве в АНО “Центр биотической медицины” (Москва). В ходе исследования было определено содержание 25 макро- и микроэлементов – алюминия (Al), мышьяка (As), бора (B), кальция (Ca), кадмия (Cd), кобальта (Co), хрома (Cr), меди (Cu), железа (Fe), ртути (Hg), йода (I), калия (K), лития (Li), магния (Mg), марганца (Mn), молибдена (Mo), натрия (Na), никеля (Ni), фосфора (P), свинца (Pb), селена (Se), кремния (Si), олова (Sn), сурьмы (Sr), ванадия (V), цинка (Zn).

Степень удовлетворения суточной потребности взрослого человека в макро- и микроэлементах при включении в рацион питания исследуемых пищевых продуктов определяли на основе расчета концентрации элементов в порции 100 г сырого продукта и сравнивали с Нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации, приведенными в Методических рекомендациях МР 2.3.1.0253-21 [17].

В статистическом анализе полученных данных о содержании химических элементов в образцах применяли методы параметрической статистики: расчет средней арифметической величины и ее стандартной ошибки измерения ($M \pm m$), нормальности распределения частот. Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось при $p < 0.05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание определяемых эссенциальных химических элементов в исследуемых образцах орешков кедрового стланика и сыродавленного масла из него представлено в табл. 1.

Согласно полученным данным, средние значения концентраций макроэлементов Са, К, Mg, Na и Р статистически значимо различаются в обоих продуктах (орешках и масле), взятых для исследования. Концентрация Na наибольшая ($p = 0.001$) в порции масла (здесь и далее, порция равна 100 г) кедрового стланика – 96.7 ± 9.7 мкг/г, что в 4.8 раза выше, чем его содержание в порции орешков кедрового стланика. Наоборот, в порции орешков концентрации Са (343 ± 14 мкг/г), К (7190 ± 346 мкг/г), Mg (2007 ± 82 мкг/г) и Р (5630 ± 221 мкг/г) соответственно в 1.5, 167.5, 207 и 417 раз больше ($p = 0.001$), чем в порции сыродавленного масла.

Статистически значимо большее значение концентрации I выявлено в образце масла кедрового стланика (0.04 ± 0.01 мкг/г), что в 2 раза

выше содержания этого элемента в порции орешков. В то же время в порции орешков содержание Cu (8.06 ± 0.35 мкг/г), Fe (32.7 ± 1.1 мкг/г), Mn (225 ± 10 мкг/г), Se (0.16 ± 0.06 мкг/г), Zn (55.2 ± 2.1 мкг/г) больше ($p = 0.001$) в 40.5, 5.5, 281, 16, 2.4 раза соответственно, чем в порции масла.

При этом порция орешков способна удовлетворить минимальный уровень суточной потребности человека в минералах, а по некоторым макро- и микроэлементам – в несколько порядков превысить ее. При употреблении в пищу порция орешков удовлетворяет минимальную суточную потребность детского организма в Са почти на 9 %, К – на 72 %, Mg – на 365 %, Р – на 188 %, Cu – на 162 %, Fe – на 83 %, Mn – на 4500 %, Se – на 160 %, Zn – на 183 %.

Содержание анализируемых условно-эссенциальных химических элементов в орешках кедрового стланика и сыродавленном масле из них представлено в табл. 2.

В порции орешков выявлено статистически значимо большее содержание В (18.3 ± 1.0 мкг/г),

ТАБЛИЦА 1

Содержание эссенциальных макро- и микроэлементов в сыродавленном масле и орешках кедрового стланика (*P. pumila*)

Элемент	Масло кедрового стланика	Орешки кедрового стланика	Адекватный уровень суточного потребления		Степень удовлетворения суточной потребности человека, % в 100 г проанализированного продукта			
			Дети	Взрослые	1a	1б	2a	2б
1	2		а	б				
Макроэлементы, мг%:								
Ca	22.40	34.30	400–1200	1000	5.6–1.9	2.2	8.6–2.9	3.4
K	4.29	719.00	1000–3200	3500	0.4–0.1	0.1	71.9–22.5	20.5
Mg	0.97	200.70	55–400	420	1.8–0.2	0.2	364.9–50.2	47.8
Na	9.70	2.04	200–1300	1300	4.9–0.7	0.7	1.0–0.2	0.2
P	1.35	563.00	300–900	700	0.5–0.2	0.2	187.7–62.6	80.4
Эссенциальные микроэлементы, мг%:								
Cu	0.02	0.81	0.5–1.0	1.0	4.0–2.0	2.0	162.0–81.0	81.0
Fe	0.60	3.3	4–18	18 (ж) 10 (м)	15.0–3.3	3.3 (ж) 6.0 (м)	82.5–18.3	18.3 (ж) 33.0 (м)
Mn	0.08	22.50	0.5–3.0*	2	16.0–2.7	4.0	4500.0–750.0	1125.0
Zn	2.28	5.50	3–12	12	76.0–19.0	19.0	183.0–45.8	45.8
Эссенциальные ультрамикроэлементы, мкг%:								
I	4.00	2.10	70–150	150	5.7–2.7	2.7	3.0–1.4	1.4
Mo	Н/д	2.5	15–65**	70	Н/д	Н/д	17.0–4.0	4.0
Se	1.00	16.00	10–50	55 (ж) 70 (м)	10.0–2.0	1.8 (ж) 1.4 (м)	160.0–32.0	29.1 (ж) 22.9 (м)

Примечание. Н/д – нет данных; ж – женщины; м – мужчины.

* Физиологическая потребность для детей в возрасте от 7 до 11 месяцев – 0.02–0.5 мг/сут, 1–2 года – 0.5 мг/сут, 3–6 лет – 1.0 мг/сут, 7–10 лет – 1.5 мг/сут, 11–14 лет – 2.0 мг/сут, 15–17 лет – 3.0 мг/сут [17].

** Физиологическая потребность для детей в возрасте от 7 до 11 месяцев – 10 мкг/сут, 1–2 года – 15 мкг/сут, 3–6 лет – 20.0 мкг/сут, 7–10 лет – 30 мкг/сут, 11–14 лет – 45 мкг/сут, 15–17 лет – 65 мкг/сут [17].

ТАБЛИЦА 2

Содержание условно-эссенциальных микро- и ультрамикроэлементов в орешках кедрового стланика (*P. pumila*) и сыродавленном масле из них

Элемент	Масло	Орешки	Адекватный уровень суточного потребления		Степень удовлетворения суточной потребности человека, % в 100 г проанализированного продукта			
			Дети	Взрослые				
	1	2	а	б	1а	1б	2а	2б
Условно-эссенциальные микроэлементы, мг%:								
B	0.014	1.8	Н/д	2.0 [18]	Н/д	0.7	Н/д	90
Si	1.8	<0.1	Н/д	30 [18]	Н/д	6	Н/д	<0.3
Ni	0.007	0.4	Н/д	0.1–0.2 [19]	Н/д	7–3.5	Н/д	400–200
Условно-эссенциальные ультрамикроэлементы, мкг%:								
Co	0.4	6.4	Н/д	10	Н/д	4	Н/д	64
Cr	218	16	11–35	40	1982–622	545	145–46	40
V	0.1	0.2	Н/д	15 [19]	Н/д	0.7	Н/д	1.3
Li	0.3	<2	Н/д	100	Н/д	0.3	Н/д	<2

Примечание. Н/д – нет данных.

ТАБЛИЦА 3

Содержание токсичных микроэлементов в орешках кедрового стланика (*P. pumila*) и сыродавленном масле из них

Элемент	Содержание, мкг/г		ВДУ мг/кг, не более [20]	
	Масло	Орешки	Масло	Орешки
Al	2.55	31.2	Н/д	Н/д
As	0.001	0.008	0.1	0.3
Cd	0.12	0.013	0.05	0.5
Hg	<0.0036	Н/д	0.03	Н/д
Pb	0.07	0.019	0.1	1.0
Sn	0.01	0.013	Н/д	Н/д
Sr	0.17	0.41	Н/д	Н/д

Примечание. ВДУ – верхний допустимый уровень; н/д – нет данных.

Со (0.064 ± 0.001 мкг/г), V (0.0021 ± 0.0006 мкг/г), Ni (3.88 ± 0.17 мкг/г) в сравнении с порцией масла в 128.5, 16, 2, 57 раз соответственно. Наоборот, в масле кедрового стланика содержание Cr (2.18 ± 0.22 мкг/г) и Ni (0.07 ± 0.01 мкг/г) оказалось выше в 13.6 и 18 раз соответственно. При этом превышения верхнего допустимого уровня потребления обнаружено не было. Чрезвычайно высока степень покрытия суточной потребности взрослого человека в Cr при включении в ежедневный пищевой рацион 100 г масла или орешков кедрового стланика. Также указанная порция орешков перекрывает суточную потребность взрослого человека в B, Co и Ni.

Было проведено исследование образцов сыродавленного масла и орешков *P. pumila* на содержание токсичных микроэлементов. Получен-

ные значения концентраций токсичных микроэлементов сравнивали с требованиями безопасности пищевой продукции согласно Техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции [20]. Превышения допустимых уровней токсичных элементов в масле и орешках кедрового стланика не обнаружено (табл. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного исследования позволяют сделать вывод о том, что сыродавленное масло из орешков дикорастущего кедрового стланика, собранных в экологически чистом районе Магаданской области, является ценнейшим источником важнейших микроэлементов – Zn и Cr. Орешки кедрового стланика по праву можно считать ценным пищевым продуктом, поскольку включение в ежедневный рацион питания всего 100 г ядер орешков способно наполовину удовлетворять суточную потребность в Mg, P, Cu, Se, Zn взрослого человека. Это позволяет рекомендовать сыродавленное кедровое масло и орешки кедрового стланика к включению в ежедневный рацион как профилактическое и биологически активное средство, которое при регулярном применении способно устранить незначительный дефицит некоторых жизненно важных макро- и микроэлементов, выступать в качестве минеральной добавки к пище для лиц любого возраста.

Превышения допустимых уровней токсичных элементов в исследованных образцах обнаружено не было, что позволяет констатировать

экологическую безопасность районов произрастания орехоплодного дикорастущего древовидного кустарника *P. pumila*.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Памяченко С. А. Актуальность использования дикорастущих трав и ягод Камчатки при производстве пищевых продуктов // Вестн. Камчатского гос. техн. ун-та. 2006. № 5. С. 161–167.
2. Заворохина Н. В., Чугунова О. В., Фозилова В. В. Чайные напитки антиоксидантной направленности на основе кипрея узколистного // Пиво и напитки. 2013. № 1. С. 28–31.
3. Степанова Е. М., Луговая Е. А. Макро- и микроэлементный профиль плодов смородины черной (*Ribes nigrum* L.), произрастающей в Северо-Восточном регионе России // Вопросы питания. 2019. Т. 88, № 4. С. 83–87.
4. Степанова Е. М., Луговая Е. А. Макро- и микроэлементный профиль брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.), произрастающей в лесной зоне города Магадана // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 4. С. 238–250.
5. Степанова Е. М., Луговая Е. А. Минеральный состав ягод дикорастущих растений лесной зоны Магадана // Химия растит. сырья. 2022. № 2. С. 343–350.
6. Луговая Е. А., Степанова Е. М. Оценка минерального и аминокислотного состава вегетативной части кипрея узколистного (*Chamerion angustifolium* L.), произрастающего в экологически чистом районе Магаданской области // Химия в интересах устойчивого развития. 2021. Т. 29, № 6. С. 724–730.
7. Стародубов А. В., Домрачев Д. В., Ткачёв А. В. Состав эфирного масла кедрового стланика (*Pinus pumila*) из Хабаровского края // Химия растит. сырья. 2010. № 1. С. 81–86.
8. Хантургаев А. Г., Ширеторова В. Г., Котова Т. И., Хантургаева В. А. Производство функциональных продуктов из семян сосны сибирской: научные основы и практическая реализация. Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2018. 137 с.
9. Grassmann J., Hippeli S., Vollmann R., Elstner E. F. Antioxidative properties of the essential oil from *Pinus mugo* // J. Agric. Food Chem. 2003. Vol. 51, No. 26. P. 7576–7582.
10. Kadri N., Khettal B., Aid Y., Kherfellah S., Sobhi W., Baragan-Montero V. Some physicochemical characteristics of pinus (*Pinus halepensis* Mill., *Pinus pinea* L., *Pinus pinaster* and *Pinus canariensis*) seeds from North Algeria, their lipid profiles and volatile contents // Food Chem. 2015. Vol. 188. P. 184–192.
11. Nagano S., Nakano T., Hikosaka K., Maruta E. Needle traits of an evergreen, coniferous shrub growing at wind-exposed and protected sites in a mountain region: does *Pinus pumila* produce needles with greater mass per area under wind-stress conditions? // Plant Biol. 2009. Vol. 11, No. s1. P. 94–100.
12. Ots K. Impact of emission from oil shale fueled power plants on the growth and foliar elemental concentrations of Scots pine in Estonia // Environ. Monit. Assess. 2003. Vol. 85, No. 3. P. 293–308.
13. Kuznetsova T., Mandre M., Klxseiko J., Pärn H. A comparison of the growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in a reclaimed oil shale post-mining area and in a *Calluna* site in Estonia // Environ. Monit. Assess. 2010. Vol. 166, No. 1–4. P. 257–265.
14. Hemsley T. L., MacKenzie M. D., Quideau S. A. Ecophysiological response of aspen (*Populus tremuloides*) and jack pine (*Pinus banksiana*) to atmospheric nitrogen deposition on reconstructed boreal forest soils in the Athabasca oil sands region // Sci. Total Environ. 2019. Vol. 696. Art. 133544.
15. Данилов И. В., Фонин А. Б., Лепешкин Е. А. Кедровые сосны России: каталог. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2016. 40 с.
16. Кузнецова Е. Ф. Особенности экологии и биологии кедрового стланика на Крайнем Северо-Востоке России (состояние проблемы) // Вестн. Северо-Восточного гос. ун-та. 2015. № 24. С. 65–68.
17. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 “Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации”: утв. Федер. службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22 июля 2021 г. Доступ из инф.-правового портала “ГАРАНТ.РУ”. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402716140/?ysclid=m4m7c6cemk398020099> (дата обращения: 12.05.2024).
18. Гальченко А. В., Шерстнева А. А., Левина М. М. Условно-эссенциальные микроэлементы в питании вегетарианцев и веганов: фтор, кремний, бром, бор // Микроэлементы в медицине. 2021. Т. 22, № 1. С. 32–43.
19. Гальченко А. В., Шерстнева А. А. Условно-эссенциальные ультрамикроэлементы в питании вегетарианцев и веганов: никель, литий, ванадий, германий // Микроэлементы в медицине. 2021. Т. 22, № 2. С. 3–16.
20. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции (с изм. на 22 апр. 2024 г.). Доступ из электрон. фонда правовых и нормативно-техн. док. “КОДЕКС”. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560?ysclid=m4m81x3qxc937992999> (дата обращения: 03.06.2024).

Поступила в редакцию 04.06.2024

Одобрена после рецензирования 16.09.2024

Принята к публикации 25.09.2024