

Научная статья/Research Article

УДК 638.166.2

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-194-201

Игорь Алексеевич Бакин¹, **Андрей Сергеевич Сухих²**, **Андрей Станиславович Любимов³**,
Анна Сабирдзяновна Мустафина⁴, **Ольга Сергеевна Чаплыгина⁵**^{1,2,3,4,5} Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия¹bakin@kemsu.ru²suhih_as@list.ru³lyibimov@kemsu.ru⁴mustafina_as@mail.ru⁵chapligena_95@mail.ru

АНАЛИЗ МАКРО- И МИКРОКОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ПЧЕЛОПРОДУКТОВ

Цель исследования – изучить макро- и микрокомпонентный состав растительной части дягиля лекарственного (*Angelica archangelica* L.) и образцов пчелопродуктов монофлорного меда, собранного пчелами с этого растения, для прогнозирования функциональных свойств пчелопродуктов. Задачи: проанализировать образцы на содержание макро-, микроэлементов; оценить количественное содержание минеральных элементов в растительной части дягиля лекарственного и пчелопродуктах; провести анализ влияния минерального состава пчелопродуктов на физиологический и фармакологический потенциал организма человека; исследовать ботаническое происхождения меда. Объект исследования – надземная часть (соцветия) дягиля лекарственного и образцы монофлорного меда, собранные в зоне черневой тайги Кузнецкого Алатау в период первой половины июля 2022 г. Образцы меда исследовались на «частоту встречаемости пыльцевых зерен медоносных растений» по требованиям стандарта ГОСТ 31769-2012, на основе чего методом мелиссопалинологического анализа определялось ботаническое происхождение. Определение компонентного минерального состава проб меда проводилось методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой на спектрометре ISP-AES 9820 (Shimadzu, Япония). Анализ содержания элементов в пробах проводился по градуировочной зависимости стандартных растворов ионов элементов. Количественный анализ содержания элементов проводился с использованием мультиэлементных стандартных образцов (ICP multi-element standard solution IV Merck). Установлено соответствие ботанического происхождения меда с растения *Angelica archangelica* L. Из 23 элементов, идентифицированных в соцветиях растения, 17 элементов обнаружены в пчелопродукции. Определено содержание элементов фосфора (340 мкг/кг), олова (110) и индия (380 мкг/кг) в меде. Высокое накопление макроэлемента калия до 3 800 мкг/кг в меде при содержании до 5 700 мкг/кг в растительной части связано с повышенным содержанием элементов в почвах Западной Сибири. Рассчитана степень удовлетворения суточной потребности в минеральных компонентах дягелевого меда. Пчелопродукцию можно рассматривать как натуральный источник минеральных компонентов.

Ключевые слова: минеральные вещества, *Angelica archangelica* L., дягилевый мед, показатели качества

Для цитирования: Анализ макро- и микрокомпонентного состава пчелопродуктов / И.А. Бакин [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 3. С. 194–201. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-194-201.

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-26-20080.

Igor Alekseevich Bakin^{1✉}, Andrey Sergeevich Sukhikh², Andrey Stanislavovich Lyubimov³,
Anna Sabirdzyanovna Mustafina⁴, Olga Sergeevna Chaplygina⁵

^{1,2,3,4,5}Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

¹bakin@kemsu.ru

²suhih_as@list.ru

³lyibimov@kemsu.ru

⁴mustafina_as@mail.ru

⁵chaplygina_95@mail.ru

BEE PRODUCTS MACRO- AND MICROCOMPONENT COMPOSITION ANALYSIS

*The purpose of research is to study the macro- and microcomponent composition of the plant part of *Angelica officinalis* (*Angelica archangelica* L.) and samples of bee products of monofloral honey collected by bees from this plant in order to predict the functional properties of bee products. Tasks: to analyze samples for the content of macro- and microelements; to evaluate the quantitative content of mineral elements in the plant part of *Angelica officinalis* and bee products; to analyze the influence of the mineral composition of bee products on the physiological and pharmacological potential of the human body; to explore the botanical origin of honey. The object of the study is the aerial part (inflorescences) of *Angelica officinalis* and samples of monofloral honey collected in the black taiga zone of Kuznetsk Alatau during the first half of July 2022. Honey samples were examined for the frequency of occurrence of pollen grains of melliferous plants according to the requirements of the GOST 31769-2012 standard, on the basis of which the botanical origin was determined by the method of melissopalynological analysis. Determination of the component mineral composition of honey samples was carried out by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry on an ISP-AES 9820 spectrometer (Shimadzu, Japan). Analysis of the content of elements in samples was carried out according to the calibration dependence of standard solutions of element ions. Quantitative analysis of the content of elements was carried out using multi-element standard samples (ICP multi-element standard solution IV Merck). Correspondence of the botanical origin of honey from the plant *Angelica archangelica* L. was established. Of the 23 elements identified in the inflorescences of the plant, 17 elements were found in bee products. The content of elements of phosphorus (340 mcg/kg), tin (110) and indium (380 mcg/kg) in honey was determined. The high accumulation of the potassium macroelement up to 3800 µg/kg in honey with the content up to 5700 µg/kg in the plant part is associated with an increased content of elements in the soils of Western Siberia. The degree of satisfaction of the daily requirement for the mineral components of angelica honey was calculated. Bee products can be considered as a natural source of mineral components.*

Keywords: minerals, *Angelica archangelica* L., angelica honey, quality indicators

For citation: Bee products macro- and microcomponent composition analysis / I.A. Bakin [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2023;(3): 194–201. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-194-201.

Acknowledgments: the study has been supported by the Russian Science Foundation grant No. 22-26-20080.

Введение. Польза меда, как функционального продукта, известна достаточно давно [1]. Мед содержит в среднем 81 % сахаров, 17 % воды и 2 % других соединений. Такие компоненты пчелопродуктов, как ферменты, фенольные соединения, макро- и микроэлементы, влияют на их фармакологические свойства [2]. Состав меда и его функциональные свойства зависят от сорта, места сбора и биосинтетических характеристик растений, от которых он получен [3].

Мед изучен на предмет пользы для здоровья, обусловленной биологически активными соединениями в его составе. Установлено, что вторичные метаболиты растений-медоносов, такие как полифенольные комплексы, алкалоиды и терпеноиды, определяют органолептические и функциональные свойства растений. Фенольные соединения собираются пчелами из нектара и пыльцы, а далее перерабатываются в пчелопродукцию. В исследованиях сообщается,

что помимо фенольных соединений мед также содержит ферменты, такие как глюкозооксидаза, диастаза, инвертаза, каталаза и пероксидаза, которые также отвечают за антибактериальную активность [1, 2, 4].

В различных исследованиях отмечается антимикробная, антибактериальная и антиоксидантная активность меда, значительно различающаяся от его ботанического и географического происхождения [5]. Данные по свойствам австралийского меда манука в отношении многих микроорганизмов исследователи связывают с компонентным составом биологических соединений, передающихся в пчелопродукты из нектара и пыльцы от растения *Leptospermum scoparium* [6].

Таким образом, исследования, направленные на изучение компонентного состава пчелопродуктов, выявление различий, связанных с видовым происхождением меда, являются актуальными и востребованными.

Популярным среди потребителей считается мед манука, известный своим антимикробным механизмом действия. В то же время существуют местные виды меда, недостаточно изученные, но считающиеся полезными для здоровья. В Сибирском регионе известным монофлерным видом меда является дягилевый, собираемый в регионах Кузнецкого Алатау и Алтайского края. Цветки дягиля лекарственного (*Angelica archangelica* L.), стебель и корни широко известны высокой терапевтической эффективностью как в народной медицине, так и в традиционной медицинской системе. Изучена антиоксидантная, антимикробная и антибактериальная активность вторичных биоактивных метаболитов растения. В соцветиях растения обнаружено более 60 соединений эфирных масел, включая эфирные, кумарины, терпеноидные соединения и спирты [7]. Описан опыт использования растений рода *Angelica archangelica* L. для лечения многих заболеваний [8]. Исследователи указывают на нестабильность изученного фитохимического состава как извлечений из дягиля лекарственного, так и медовой продукции. Отмечается, что свойства и состав сырья значительно варьируются для регионов произрастания, связываемых исследователями с видом почв и временем сбора [9]. Следовательно, исследование спектра состава биоактивных соедине-

ний, передающихся в мед от растений-медоносов, связанных с функциональными свойствами пчелопродуктов, является актуальной научной задачей.

Цель исследования – изучить макро- и микрокомпонентный состав соцветий дягиля лекарственного (*Angelica archangelica* L.) и образцов пчелопродуктов (монофлорного меда), собранного пчелами с этого растения, для прогнозирования функциональных свойств пчелопродуктов.

Задачи: определить ботаническое происхождение меда; изучить содержание макро-, микро- элементов и установить их количественное распределение в соцветиях дягиля лекарственного и образцах пчелопродуктов; оценить уровень суточного потребления дягелевого меда; провести анализ влияния минерального состава пчелопродуктов на физиологический и фармакологический потенциал организма человека.

Объекты и методы. Объектом исследования являлись соцветия дягиля лекарственного (*Angelica archangelica* L.) и образцы монофлорного меда, собранные в зоне черневой тайги Кузнецкого Алатау, географическое место – пос. Бенжереп Новокузнецкого района Кемеровской области (Кузбасс). Образцы растений и меда собирались в период первой половины июля 2022 г.

Собранные соцветия растений высушивались в конвективном дегидрататоре при температуре 30 °С в течение 24 ч, далее в упакованном виде хранились при температуре минус 18 °С до проведения анализов. Образцы меда получены непосредственно от пчеловодов, отобраны в стерилизованные стеклянные емкости со стеклянными крышками 250 мл, которые хранились в темном месте при температуре 20 °С.

Образцы меда исследовались на «частоту встречаемости пыльцевых зерен медоносных растений» по требованиям стандарта ГОСТ 31769-2012, на основе чего методом мелиссопалинологического анализа определялось ботаническое происхождение.

Определение компонентного минерального состава проб меда проводилось методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой на спектрометре ISP-AES 9820 (*Shimadzu*, Япония) в условиях лаборатории физико-химических исследований фарма-

кологически активных и природных соединений ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет». Анализ содержания элементов в пробах проводился по градуировочной зависимости стандартных растворов ионов элементов. Пробоподготовка образцов меда состояла в растворении (1:5) с подготовленной в системе Milli-Q Element водой, фильтровании через обезжиренные диски фильтровальной бумаги с размером пор 8–12 мкм (желтая лента).

Количественный анализ содержания элементов проводился с использованием мультиэлементных стандартных образцов (ICP multi-element standard solution IV Merck).

Исследования реализовывались в трех повторностях, с обработкой результатов в статистическом пакете Statsoft, INC. Statistica, оценка

значимости в процедурах множественного сравнения рассчитывалась по тесту Duncan при уровне значимости $p < 0,05$ между результатами.

Результаты и их обсуждение. С использованием метода определения частоты встречаемости пыльцевых зерен (ГОСТ 31769-2012) изучено ботаническое происхождение меда. Пыльцевой анализ образцов показал преимущественное наличие ($86,9 \pm 18,3$ %) пыльцевых зерен растения *Angelica archangelica* L. Согласно мелиссопалинологическим исследованиям, при доле более 40 % зерен медоноса образцы считаются монофлерным дягиловым медом.

Содержание минеральных элементов исследованных образцов соцветий *Angelica archangelica* L. и меда представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты количественного содержания минерального состава, мкг/кг

Элемент	Образцы соцветий <i>Angelica archangelica</i> L.	Образцы меда
Al	12	2,1
B	400	160
Ca	4400	1200
Cu	150	25
Er	3,8	–
Fe	1500	64
I	15,0	1,60
In	–	380
K	5700	3800
Li	2,9	2,1
Mg	40000	990
Mn	140	7,4
Mo	88	–
Na	4700	840
Ni	36	–
P	30	340
Rb	15	–
S	7200	1500
Si	610	80
Sn	–	110
Sr	43	4,4
Ti	2,1	–
Zn	210	17

Из данных таблицы 1 следует, что значительная часть элементного состава, обнаруженного в соцветиях растения *Angelica archangelica* L., идентифицирована в образцах меда

этого вида. Более низкое содержание в пробах меда элементов Al, B, Mg, Na, S, Zn, выявленных также в растении и важных для физиологического и фармакологического статусов орга-

низма, можно объяснить миграцией этих веществ из пыльцевой обножки (пыльцы) в мед при ферментативной обработке летными пчелами нектара, концентрированием в улье и последующим созреванием в сотах.

Идентифицированные элементы фосфора (P = 340 мкг/кг), олова (Sn = 110 мкг/кг), индия (In = 380 мкг/кг) в меде можно связать с содержанием этих минеральных веществ в нектаре. Нектаропродуктивность растений зависит от типа почвы, ее геохимического состава. Имеющиеся данные согласуются с результатами исследований по анализу почв черневой тайги, где географически расположен пос. Бенжереп, в которых установлено содержание фосфора до 682 мг/кг почвы [10].

В исследованиях минерального состава отечественных монофлорных медов (Краснодарский край) указывается, что содержание макроэлемента калия выявлено до 1 080 мкг/кг меда [11], это согласуется с полученными данными (3 800 мкг/кг) исследования. Повышенное содержание данного элемента обусловлено содержанием калия в почвах Западной Сибири до 470 мг/кг почвы [10].

На основе норм физиологической потребности в микронутриентах для различных групп населения [12] проанализировано влияние минерального состава меда на физиологический и фармакологический потенциал организма человека. Данные по удовлетворению в потребности минеральных веществах при употреблении 100 г меда представлены в таблице 2.

Таблица 2

Степень удовлетворения в основных минеральных веществах 100 г дягилевого меда

Показатель	Суточная потребность для взрослых	Содержание минеральных веществ в 100 г меда	Степень удовлетворения суточной потребности, %
Макроэлемент			
Кальций, мг	1000	0,12	0,012
Фосфор, мг	700	0,034	0,005
Магний, мг	420	0,099	0,024
Калий, мг	3500	0,38	0,011
Натрий, мг	1300	0,084	0,007
Микроэлемент			
Железо, мг	10–18	0,064	0,64–0,36
Цинк, мг	12	0,0017	0,014
Йод, мкг	150	0,16	0,11
Медь, мг	1,0	0,0025	0,25
Марганец, мг	2	0,00074	0,037
Молибден, мкг	70	Не обнаружено	–
Селен, мкг	55–70	Не обнаружено	–
Хром, мкг	40	Не обнаружено	–
Кобальт, мкг	10	Не обнаружено	–
Фтор, мг	4	Не обнаружено	–
Кремний, мг	30	0,008	0,03
Ванадий, мкг	15	Не обнаружено	–

По данным таблицы 2 макроэлементный состав меда в соответствии с физиологическими потребностями представлен полностью. Самую высокую степень удовлетворения имеет магний (0,024 %). Магний является важным макроэлементом в метаболизме человека, прежде всего

в качестве кофактора активности ферментов, предотвращает развитие гипертонии и болезней сердца. Ряд важных микроэлементов: молибден, селен, хром, кобальт, фтор – в исследованных образцах не обнаружены. Степень удовлетворения в йоде (0,11 %), меди (0,25),

железе (0,64–0,36 %) значительно выше, чем в остальном минеральном составе. Физиологическая роль микроэлементов: алюминия, бора, индия, лития, олова, серы, стронция – в организме человека не представлена в методических рекомендациях МР 2.3.1.2432-08, но эти минеральные вещества присутствуют в меде (см. табл. 1). Необходимо учитывать концентрацию поступления их в организм человека для здорового питания.

Заключение. С использованием метода определения частоты встречаемости пыльцевых зерен найдена доля зерен растения *Angelica archangelica* L. (86,9 ± 18,3 %) в изученных образцах меда. Мелиссопалинологические исследования подтвердили ботаническое происхождение дягилевого меда.

Проведено исследование макро- и микрокомпонентного состава соцветия дягиля лекарственного (*Angelica archangelica* L.) и образцов монофлорного меда. Согласно результатам анализа, из 23 элементов, идентифицированных в соцветиях растения, 17 элементов обнаружено в меде. Меньшее количество (относительно остальных элементов) в пробах меда Al, B, Mg, Na, S, Zn связано, вероятно, с диффузионной миграцией этих веществ из пыльцевой обножки при ферментативной обработке пчелами и созреванием меда в улье.

Повышенное содержание идентифицированных элементов фосфора (340 мкг/кг), олова (110) и индия (380 мкг/кг) в меде можно объяснить высоким содержанием этих минеральных веществ в географическом месте сбора в зоне черневой тайги Кузнецкого Алатау. Наиболее высокое накопление макроэлемента калия (до 3 800 мкг/кг) в меде при содержании до 5 700 мкг/кг в соцветиях также связано с повышенным содержанием этого элемента в почвах Западной Сибири.

Проанализировано влияние минерального состава образцов меда на физиологический и фармакологический потенциал организма человека. Самую высокую степень удовлетворения имеет магний, йод, медь, железо. Таким образом, дягилевый мед, собранный в зоне черневой тайги Кузнецкого Алатау, можно рассматривать как натуральный источник минеральных компонентов.

Список источников

1. Miguel M.G., Antunes M.D., Faleiro M.L. Honey as a complementary medicine // Integr. Med. Insights. 2017. № 12. 1178633717702869.
2. Agastache honey has superior antifungal activity in comparison with important commercial honeys / S. Anand [et al.] // Sci Rep 9. 2019. 18197. DOI: 10.1038/s41598-019-54679-w.
3. Crittenden A.N. The importance of honey consumption in human evolution // Food and Foodways. 2011. Т. 19, № 4. P. 257–273.
4. Al-Mamary M., Al-Meer A., Al-Habori M. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey // Nutr. Res. 2002. № 22. P. 1041–1047.
5. Antibacterial activity of different blossom honeys: New findings / M. Bucekova [et al.] // Molecules. 2019. № 24. 1573.
6. Antibacterial Mechanism of Action of Two Types of Honey against Escherichia coli through Interfering with Bacterial Membrane Permeability / A.M. Al-Sayaghi [et al.] // Inhibiting Proteins and Inducing Bacterial DNA Damage. Antibiotics. 2022. № 11 (9). 1182. DOI: 10.3390/antibiotics11091182.
7. Kaur A., Bhatti R. Understanding the phytochemistry and molecular insights to the pharmacology of *Angelica archangelica* L. (garden angelica) and its bioactive components // Phytotherapy research. 2021. PTR, 35 (11), P. 5961–5979. DOI: 10.1002/ptr.7206.
8. Identification of non-alkaloid natural compounds of *Angelica purpurascens* (Avé-Lall.) Gilli. (Apiaceae) with cholinesterase and carbonic anhydrase inhibition potential / S. Karakaya [et al.] // Saudi Pharmaceutical Journal. 2020. 28 (1). 1–14. DOI:10.1016/j.jsps.2019.11.001.
9. Оценка качества и безопасности некристаллизованного меда южных районов Омской области / Е.В. Шмат [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2016. № 6 (117). С. 154–160.
10. Почвы черневой тайги Западной Сибири – морфология, агрохимические особенности, микробиота / Е.В. Абакумов [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55, № 5. С. 1018–1039. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.5.1018rus.

11. Минеральный состав монофлорных медов / Л.А. Бурмистрова [и др.] // Пчеловодство. 2016. № 3. С. 54–55.
12. МР 2.3.1.0253-21.2.3.1. Гигиена питания. Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: метод. рекомендации (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22.07.2021). URL: <https://sudact.ru/law/mr-2310253-21-231-gigiena-gigiena-pitaniia-ratsionalnoe>.
7. Kaur A., Bhatti R. Understanding the phytochemistry and molecular insights to the pharmacology of *Angelica archangelica* L. (garden angelica) and its bioactive components // *Phytotherapy research*. 2021. PTR, 35 (11), P. 5961–5979. DOI: 10.1002/ptr.7206.
8. Identification of non-alkaloid natural compounds of *Angelica purpurascens* (Avé-Lall.) Gilli. (Apiaceae) with cholinesterase and carbonic anhydrase inhibition potential / S. Karkaya [et al.] // *Saudi Pharmaceutical Journal*. 2020. 28 (1). 1-14. DOI:10.1016/j.jsps.2019.11.001.
9. Ocenka kachestva i bezopasnosti nekristallizovannogo meda yuzhnyh rajonov Omskoj oblasti / E.V. Shmat [i dr.] // *Vestnik KrasGAU*. 2016. № 6 (117). S. 154–160.
10. Pochvy chernevoj tajgi Zapadnoj Sibiri – morfologiya, agrohimicheskie osobennosti, mikrobiota / E.V. Abakumov [i dr.] // *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*. 2020. T. 55, № 5. S. 1018–1039. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.5.1018rus.
11. Mineral'nyj sostav monoflornyh medov / L.A. Burmistrova [i dr.] // *Pchelovodstvo*. 2016. № 3. С. 54–55.
12. МР 2.3.1.0253-21.2.3.1. Гигиена питания. Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: метод. рекомендации (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22.07.2021). URL: <https://sudact.ru/law/mr-2310253-21-231-gigiena-gigiena-pitaniia-ratsionalnoe>.

References

1. Miguel M.G., Antunes M.D., Faleiro M.L. Honey as a complementary medicine // *Integr. Med. Insights*. 2017. № 12. 1178633717702869.
2. Agastache honey has superior antifungal activity in comparison with important commercial honeys / S. Anand [et al.] // *Sci Rep* 9. 2019. 18197. DOI: 10.1038/s41598-019-54679-w.
3. Crittenden A.N. The importance of honey consumption in human evolution // *Food and Foodways*. 2011. T. 19, № 4. P. 257–273.
4. Al-Mamary M., Al-Meeri A., Al-Habori M. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey // *Nutr. Res*. 2002. № 22. P. 1041–1047.
5. Antibacterial activity of different blossom honeys: New findings / M. Bucekova [et al.] // *Molecules*. 2019. № 24. 1573.
6. Antibacterial Mechanism of Action of Two Types of Honey against *Escherichia coli* through Interfering with Bacterial Membrane Permeability / A.M. Al-Sayaghi [et al.] // *Inhibiting Proteins and Inducing Bacterial DNA*
7. Damage. *Antibiotics*. 2022. № 11 (9). 1182. DOI: 10.3390/antibiotics11091182.
8. Identification of non-alkaloid natural compounds of *Angelica purpurascens* (Avé-Lall.) Gilli. (Apiaceae) with cholinesterase and carbonic anhydrase inhibition potential / S. Karkaya [et al.] // *Saudi Pharmaceutical Journal*. 2020. 28 (1). 1-14. DOI:10.1016/j.jsps.2019.11.001.
9. Ocenka kachestva i bezopasnosti nekristallizovannogo meda yuzhnyh rajonov Omskoj oblasti / E.V. Shmat [i dr.] // *Vestnik KrasGAU*. 2016. № 6 (117). S. 154–160.
10. Pochvy chernevoj tajgi Zapadnoj Sibiri – morfologiya, agrohimicheskie osobennosti, mikrobiota / E.V. Abakumov [i dr.] // *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*. 2020. T. 55, № 5. S. 1018–1039. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.5.1018rus.
11. Mineral'nyj sostav monoflornyh medov / L.A. Burmistrova [i dr.] // *Pchelovodstvo*. 2016. № 3. С. 54–55.
12. МР 2.3.1.0253-21.2.3.1. Гигиена питания. Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: метод. рекомендации (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22.07.2021). URL: <https://sudact.ru/law/mr-2310253-21-231-gigiena-gigiena-pitaniia-ratsionalnoe>.

Статья принята к публикации 09.03.2023 / The article accepted for publication 09.03.2023.

Информация об авторах:

Игорь Алексеевич Бакин¹, ведущий научный сотрудник научно-инновационного управления, доктор технических наук, доцент

Андрей Сергеевич Сухих², заведующий лабораторией физико-химических исследований фармакологически активных и природных соединений, кандидат фармацевтических наук, доцент

Андрей Станиславович Любимов³, соискатель кафедры технологического проектирования пищевых производств

Анна Сабирдзяновна Мустафина⁴, доцент кафедры региональной и отраслевой экономики, кандидат технических наук, доцент

Ольга Сергеевна Чаплыгина⁵, аспирант кафедры бионанотехнологии

Information about the authors:

Igor Alekseevich Bakin¹, Leading Researcher at the Scientific and Innovation Department, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Andrey Sergeevich Sukhikh², Head of the Laboratory of Physical and Chemical Research of Pharmacologically Active and Natural Compounds, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor

Andrey Stanislavovich Lyubimov³, Competitor at the Department of Technological Design of Food Production

Anna Sabirdzyanovna Mustafina⁴, Associate Professor at the Department of Regional and Sectoral Economics, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Olga Sergeevna Chaplygina⁵, Postgraduate Student at the Department of Bionanotechnology

