

УДК 613.26: 541.1/.3: 641.11
EDN: SGHYVJ
<https://doi.org/10.15275/ssmj2103329>

Оригинальная статья

ИСТОЧНИКИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ: ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КАКАО-БОБОВ В НЕРАЗДЕЛЕННОМ ВИДЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

В.Н. Стрижевская, Е.М. Мезенцева, М.С. Марадудин, Х.С. Романова, И.В. Видяшева, А.А. Архангельская, Д.В. Тупикин
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России,
Саратов, Россия

SOURCES OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS: POSSIBILITIES OF USING COCOA BEANS IN THEIR UNDIVIDED FORM TO CREATE FUNCTIONAL FOOD PRODUCTS

V.N. Strizhevskaya, E.M. Mezentseva, M.S. Maradudin, Kh.S. Romanova, I.V. Vidyasheva, A.A. Arkhangel'skaya, D.V. Tupikin
V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Saratov, Russia

Для цитирования: Стрижевская В.Н., Мезенцева Е.М., Марадудин М.С., Романова Х.С., Видяшева И.В., Архангельская А.А., Тупикин Д.В. Источники биологически активных соединений: возможности применения какао-бобов в неразделенном виде для создания функциональных продуктов питания. Саратовский научно-медицинский журнал. 2025; 21 (3): 329-333. EDN: SGHYVJ. <https://doi.org/10.15275/ssmj2103329>

Аннотация. Цель: оценка потенциала цельных какао-бобов для создания функциональных продуктов питания с сохранением биоактивных свойств. *Материал и методы.* Проведен комплексный анализ химического состава какао-бобов с определением макронутриентов и минорных биологически активных веществ. Использованы методы высокоэффективной жидкостной хроматографии с ультрафиолетовым детектированием, рефрактометрии, Кьельдаля. *Результаты.* Выявлено, содержание ряда биологически активных соединений, а именно метилксантинов – 7,93 мг/г, полифенолов – 6,98 мг/г, процианидинов – 5,62 мг/г. Содержание теобромина – 7,53 мг/г, кофеина – 2,11 мг/г в пересчете на суммарное количество полифенолов составляет 698 на 100 г какао-бобов, обеспечивает суточную потребность в таких минорных биологически активных соединениях, как полифенолы и фенольные соединения (700–800 мг/сут). Для обеспечения антиоксидантной функции достаточно употребление 15 г натуральных какао-бобов в сутки, что позволяет говорить о перспективе их применения в индустрии функциональных продуктов питания, предназначенных для профилактики заболеваний. *Заключение.* Исследование подтверждает перспективность использования цельных какао-бобов для создания функциональных продуктов питания. Поиск новых биотехнологических решений промышленного применения цельных какао-бобов позволит использовать природный комплекс компонентов для сохранения здоровья человека.

Ключевые слова: какао-боб, функциональный продукт питания, полифенольное соединение, метилксантин, биоактивное вещество, антиоксидантная активность

For citation: Strizhevskaya VN, Mezentseva EM, Maradudin MS, Romanova HS, Vidyasheva IV, Arkhangel'skaya AA, Tupikin DV. Sources of biologically active compounds: possibilities of using cocoa beans in their undivided form to create functional food products. For citation: Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2025; 21 (3): 329-333. (In Russ.) EDN: SGHYVJ. <https://doi.org/10.15275/ssmj2103329>

Abstract. *Objective:* to assess the potential of whole cocoa beans for creating functional food products with preserved bioactive properties. *Material and methods.* A comprehensive analysis of the chemical composition of cocoa beans was performed to determine macronutrients and minor biologically active substances. The methods of high-performance liquid chromatography-ultraviolet, refractometry, and Kjeldahl were used. *Results.* It was found that the content of a number of biologically active compounds, namely: methylxanthines – 7.93 mg/g, polyphenols – 6.98 mg/g, procyanidins – 5.62 mg/g. The content of theobromine is 7.53 mg/g, caffeine – 2.11 mg/g. in terms of the total amount of polyphenols is 698 per 100 g of cocoa beans, provides the daily requirement for such minor biologically active compounds as polyphenols and phenolic compounds (700–800 mg/day). Thus, to ensure the antioxidant function, it is enough to consume 15 g of natural cocoa beans per day, which allows us to talk about the prospects for their use in the industry of functional foods intended for disease prevention. *Conclusion.* The study confirms the prospects of using whole cocoa beans for the creation of functional food products. The search for new biotechnological solutions for the industrial application of whole cocoa beans will allow the use of a natural complex of compounds for the maintaining of human health.

Keywords: cocoa bean, functional food product, polyphenolic compound, methylxanthine, bioactive substance, antioxidant activity

Введение. Нутритивная поддержка определенных групп населения – необходимый компонент комплекса профилактических мероприятий, направленных

на сохранение здоровья. Существенные вызовы настоящего времени, такие как рост распространенности алиментарно-зависимых заболеваний и растущая резистентность к антибактериальным препаратам, требуют пересмотра подходов к разработке специализированной пищевой продукции. Возрастает потребность в продукции, являющейся

Ответственный автор – Виктория Николаевна Стрижевская
Corresponding author – Viktoriya N. Strizhevskaya
E-mail: viktoriya_strizh@mail.ru

источником минорных биологически активных компонентов пищи.

Согласно МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», общая потребность в минорных биологически активных веществах пищи для взрослого человека составляет примерно 2 г/сут [1]. При этом потребности по отдельным веществам существенно различаются. Для фенольных соединений, обладающих антиоксидантным действием, участвующих в регуляции защитно-адаптационного потенциала организма, уровни потребления колеблются от 2 мг/сут. для изофлавоноидов и стильбенов, до 200 мг/сут – для флаван-3-олов, гидроксикоричных кислот, конденсированных и гидролизуемых танинов. Эти фитохимические вещества активны в отношении вызывающих заболевания различных вирусов и подавляют их, воздействуя на вирусные инфекции на разных стадиях [2].

Флавоноиды являются продуктами вторичного метаболизма растений и могут входить в рацион человека. В результате исследований на животных и на людях *in vitro* и *in vivo* появились данные об их биологической активности. Флавоноиды можно классифицировать на флавонолы, флавоны, изофлавоны, флаваноны, флаванолы и антоцианидины. Флаванолы, такие как эпикатехин, катехин, галлокатехин, эпигаллокатехин, эпигаллокатехин галлат, содержатся в какао [3].

Среди всех продуктов питания в пересчете на вес наибольшее количество флаванолов содержит какао [4]. Последнее включает несколько классов фенольных соединений, среди которых флавонолы (37%), проантоцианидины (58%) и антоцианы (4%). Флавонолы, и в частности флаван-3-олы, – наиболее изученные соединения в составе какао. Основными флаван-3-олами являются (–)-эпикатехин и (+)-катехин, которые обладают антиоксидантной активностью 2,4–2,9 эквивалентов тролокса при использовании метода 2,2'-азино-бис(3-этилбензотиазолин-6-сульфоновой кислоты) и 2,2 ТЕ при использовании метода определения общей антиоксидантной способности, но при переработке в шоколад они могут эмеризоваться в (+)-эпикатехин и (–)-катехин [5].

В современном мире продолжается практика по выделению веществ, являющихся парафармацевтиками, это касается и полифенольных соединений какао [6–9]. Это не всегда результативно, так как суммарные эффекты от воздействия на организм человека часто превышают эффекты от отдельно выделенных соединений. Именно этим и интересно действие какао-бобов и какао-продуктов на здоровье человека.

Биологическая активность какао зависит от биодоступности содержащихся в нем флавоноидов, на которую влияет их химическая структура. С 2005 по 2010 г. проводились обширные исследования по метаболизму флавоноидов какао, в результате которых отмечено, что мономерные флавоноиды всасываются в тонком кишечнике и быстро обнаруживаются в плазме и моче, а также лимфоидных органах, таких как тимус, селезенка и брыжеечные лимфоидные узлы, печени и яйцах. Олиго- и полимеры флавонолов, которые не всасываются через кишечный барьер, метаболизируются кишечной микробиотой в

различные фенольные кислоты с низкой молекулярной массой, которые становятся более биодоступными и могут хорошо всасываться через слизистую оболочку толстой кишки, при этом некоторые из этих микробных метаболитов также обладают биологическими свойствами [4].

В 2020 г. проведено несколько исследований, которые показали, что мономерные флавонолы какао, катехин, эпикатехин и их микробные метаболиты, проникают через гематоэнцефалический барьер и локализуются в таких областях мозга, как гиппокамп, кора головного мозга, мозжечок и полосатое тело, что может приводить к их положительному влиянию на когнитивные способности [10].

Стоит отметить, что не только флавоноиды обладают потенциальной биологической активностью. В последнее время уделяется внимание и другим компонентам какао, таким как пищевые волокна и метилксантин, в частности теобромину. S. Shojaei-Zarghani и соавт. в исследовании оценивали химиопрофилактический эффект теанина и теобромина на рак толстой кишки у крыс. Получены результаты, доказывающие, что применение теанина и теобромина вместе и по отдельности привело к снижению количества раковых и предраковых образований, уменьшению объема опухолей и подавлению опухолевого роста за счет снижения активности сигнальных путей Akt/mTOR и JAK2/STAT3 и повышения уровня супрессора опухолей Smad2 [11].

Интересным открытием является то, что ни какао, ни шоколад не вызывают увеличения веса или других антропометрических изменений, несмотря на то что обычно являются высококалорийной пищей. Европейское агентство по безопасности продуктов питания (European Food Safety Authority) подтвердило, что флавонолы какао помогают поддерживать нормальное кровяное давление и эндотелийзависимую вазодилатацию, что способствует нормальному кровотоку [5].

Какао является перспективным сырьем для разработки продуктов с использованием его биоактивных компонентов, однако, прежде чем создавать новые продукты, необходимо проанализировать уже представленные на рынке.

Использование цельных какао-бобов для производства продукции с функциональными свойствами представляется более перспективным подходом по сравнению с применением разделенных компонентов какао (какао-порошка, какао-масла и какао-жмыха), поскольку в цельном продукте сохраняется природная матрица биологически активных веществ и их синергетический эффект, что обеспечивает более высокую биодоступность, антиоксидантную активность и питательную ценность конечного продукта. При разделении компонентов какао нарушается естественное соотношение полезных веществ, происходит частичная потеря антиоксидантов и снижается эффективность воздействия отдельных компонентов на организм, в то время как цельные бобы позволяют сохранить полный комплекс полифенолов, флавоноидов, витаминов и минералов в их оптимальном природном состоянии.

Цель – оценка потенциала цельных какао-бобов для создания функциональных продуктов питания с сохранением биоактивных свойств.

Материал и методы. Исследование проводили на базе Научно-производственного центра технологической здорового питания и кафедре фармацевтической технологии и биотехнологии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России.

Объектом исследования являлись сырые ферментированные какао-бобы сорта Форастеро из Кот-д'Ивуара (Гана), отобранные в хранилищах на предприятии ООО «Зеленые линии». Отбор проб осуществляли согласно ГОСТ ISO 2292–2014 «Какао-бобы. Отбор проб» [12]. Масса объединенной пробы составляла 2 кг.

Для анализа продукции из какао применяли расчетный метод МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» [1].

Характеристику какао-бобов по макронутриентам осуществляли по следующим показателям:

- исследования массовой доли влаги проводили согласно ГОСТ 32616–2014 «Какао-бобы. Определение содержания влаги (общепринятый метод)» (ISO 2291:1980) [13];

- содержание общего белка определяли общепринятым методом Кьельдаля на автоматическом анализаторе «Авто-2300» системы Kjeltec (FOSS, Швеция);

- массовую долю жира определяли рефрактометрическим методом, измеряя показатели преломления растворителя и раствора жира в растворителе при помощи рефрактометра;

- массовую долю сахарозы оценивали по ГОСТ 12571–2013 «Сахар. Метод определения сахарозы» [14].

Количественное определение ксантинов, флавонолов, гидроксикоричных производных и процианидинов проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с ультрафиолетовым детектированием с использованием пятиточечных регрессионных кривых, построенных с помощью имеющихся стандартов. Кривые с коэффициентом $R^2 > 0,9998$ были признаны приемлемыми. Калибровку проводили при длине волны максимального поглощения в видимом ультрафиолетовом диапазоне с учетом поправки на молекулярную массу. В частности, коэффициент экстинкции каждого определяемого соединения сопоставляли с коэффициентом экстинкции конкретного стандарта, использованного для его калибровки. Массу в миллиграммах рассчитывали путем умножения массы, полученной в результате калибровки, на поправочный коэффициент, равный отношению молекулярной массы соединения к молекулярной массе стандарта, примененного для его калибровки. Так, ксантины были откалиброваны при 280 нм с использованием теобромона в качестве эталона, процианидины – при 280 нм с использованием гидрата катехина в качестве эталона, гидроксикоричные производные – при 330 нм с использованием кофейной кислоты в качестве эталона, флаванолы – при 350 нм с использованием кверцетина в качестве эталона. Количественное определение катехина и эпикатехина проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуоресцентным детектором с использованием калибровочной кривой из 5 точек ($R^2 = 0,9999$) с применением стандартных растворов катехина гидрата.

Детектор флуоресценции был настроен следующим образом: длина волны возбуждения – 280 нм, длина волны излучения – 315 нм.

Для обработки и представления результатов химического анализа использовали лицензионное программное обеспечение Microsoft Word (Microsoft, США). Расчеты и статистическую обработку результатов химического анализа проводили с помощью лицензионного программного обеспечения Microsoft Excel. Регистрацию хроматограмм с заданными параметрами (скоростью потока, аналитической длиной волны, объемом пробы, температуры термоста) проводили посредством программы LabSolutions 5.106 (Shimadzu Corporation, Япония).

Результаты. Визуализация какао-бобов, представленных для исследования (рисунок).

Результаты исследования химического состава какао-бобов представлены в табл. 1.

Получены данные по содержанию метилксантинов и полифенолов в какао-бобах, которые отражены в табл. 2. Следует отметить достаточно высокое содержание веществ, которые относят к минорным биологически активным соединениям.

Обсуждение. Неразделенные какао-бобы представляют интерес для производства функциональных продуктов питания с антиоксидантным статусом, который обеспечивается за счет входящих в них полифенольных компонентов. Суточная потребность в таких минорных биологически активных соединениях, как полифенолы и фенольные соединения, составляет 700–800 мг/сут, что доказывает перспективность применения данного типа какао-бобов для разработки специализированных продуктов питания.

В ходе исследования L. Dugo и соавт. *in vitro* установлено, что полифенольный экстракт какао способствует секреции противовоспалительных цитокинов, снижая воспалительную реакцию в макрофагах M1, способствует противовоспалительному состоянию M2, вызывая фенотипическую перестройку в поляризованных макрофагах, и способствует окислительным процессам, влияя на метаболизм макрофагов [10].

Результативность применения полифенолов подтверждается исследованиями, которые проводились с участием 92 человек, инфицированных вирусом иммунодефицита человека, принимавших антиретровирусную терапию не менее 6 мес и достигших вирусной супрессии. A.A. Petrilli и соавт. показано,



Внешний вид какао-бобов

Химический состав какао-бобов, %

Массовая доля	Значение	
	среднее	референсное по ГОСТу
Влага	7,10±0,10	Не выше 8,0
Жир	54,08±0,05	Не ниже 54,0
Белок	13,56±0,15	Не ниже 12,0
Сахароза	4,16±0,20	Не ниже 3,2

Таблица 2

Содержание метилксантинов и полифенолов в какао-бобах, мг/г

Показатель	Количество
Теобромин	7,53±0,005
Катехин	0,18±0,002
Кофеин	2,11±0,015
Эпикатехин	1,15±0,003
Процианидины	5,62±0,012
Натуральные ксантины	7,93±0,001
Общее количество полифенолов	6,98±0,005

что у участников с ВИЧ, получающих 65 г шоколадной плитки, содержащей 36 г какао, что соответствует примерно 550 мг флавоноидов в день, возросла антиоксидантная способность организма, снизился уровень окисления липопротеинов низкой плотности и его содержание в крови и одновременно с этим повысилась концентрация липопротеинов высокой плотности. Стоит отметить, что для исследования применялись разработанные в Институте пищевых технологий Государственного университета Кампинаса (Бразилия) батончики, которые в дальнейшем были произведены в экспериментальном цехе JAF Inox Integrated Systems Cocoa to Chocolate (Сан-Роке, Бразилия) [9].

В ходе исследования В. Sarriá и соавт. 44 добровольца регулярно употребляли растворимый какао-порошок с высоким содержанием пищевых волокон или какао-порошок с высоким содержанием фенольных соединений и низким содержанием сахара (2,8%), после чего в их липидном профиле наблюдались положительные изменения, которые могут быть связаны с длительным присутствием в крови фенольных метаболитов. При употреблении какао-порошка с повышенным содержанием пищевых волокон также наблюдались противовоспалительный и гипогликемический эффекты, которые, вероятно, были вызваны метаболитами метилксантина и теобромина [15].

Заключение. Исследования какао-бобов показали высокое содержание биологически активных соединений, обладающих эффектом парафармацевтиков. Выявлено определенное содержание ряда биологически активных соединений, а именно метилксантинов – 7,93 мг/г, полифенолов – 6,98 мг/г, процианидинов – 5,62 мг/г. Содержание теобромина – 7,53 мг/г, кофеина – 2,11 мг/г в пересчете на суммарное количество полифенолов составляет 698 на 100 г какао-бобов, что обеспечивает суточную потребность в таких минорных биологически активных

соединениях, как полифенолы и фенольные соединения (700–800 мг/день). Таким образом, для обеспечения антиоксидантной функции достаточно употребление 15 г натуральных какао-бобов в сутки, что позволяет говорить о перспективе их применения в индустрии функциональных продуктов питания, предназначенных для профилактики заболеваний.

Вклад авторов. Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов. Исследование выполнено в рамках реализации соглашения о создании консорциума «Адаптивная индустрия питания для проектирования здоровья» №76-Б/2024 от 08.07.2024 Программы развития ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России.

References (Список источников)

1. Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the Russian Federation population. Methodical recommendations MP 2.3.1.0253-21. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402716140/?ysclid=mf8gulr4nh489512127> (25 Jan 2025). (In Russ.) Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402716140/?ysclid=mf8gulr4nh489512127> (дата обращения: 25.01.2025).
2. Badshah SL, Faisal S, Muhammad A, et al. Antiviral activity of flavonoids. *Biomedical Pharmacotherapy*. 2021;140:111596. DOI:10.1016/j.biopha.2021.111596
3. Pérez-Cano FJ, Castell M. Flavonoids, inflammation and immune system. *Nutrients*. 2016;8(10):659. DOI:10.3390/nu8100659
4. Goya L, Martín MÁ, Sarriá B, et al. Effect of cocoa and its flavonoids on biomarkers of inflammation: Studies of cell culture, animals and humans. *Nutrients*. 2016;8(4):212. DOI:10.3390/nu8040212
5. Di Mattia KD, Sacchetti G, Mastrocola D, Serafini M. From cocoa to chocolate: The effect of processing on antioxidant

activity *in vitro* and the effect of chocolate on antioxidant markers *in vivo*. *Front Immunol.* 2017;8:1207. DOI:10.3389/fimmu.2017.01207

6. Toro-Urbe S, Ibanez E, Decker EA, et al. A food-safe process for obtaining flavonoids from cocoa beans: antioxidant and HPLC-DAD-ESI-MS/MS analysis. *Antioxidants (Basel).* 2020;9(5):364. DOI:10.3390/antiox9050364

7. Kulikov YuA, Slivkin AI, Afanasyeva TG. *Pharmaceutical Encyclopedic Dictionary*. Ed. by G.L. Vyshkovsky, Yu.A. Kulikov. Moscow: VEDANTA, 2015. (In Russ.) Куликов Ю.А., Сливкин А.И., Афанасьева Т.Г. *Фармацевтический энциклопедический словарь*. Под ред. Г.Л. Вышковского, Ю.А. Куликова. М.: ВЕДАНТА, 2015.

8. Food products and food additives. Determination of safety and efficacy of dietary supplements. Methodical instructions MUK 2.3.2.721-98. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_99273/ (25 Jan 2025). (In Russ.) Пищевые продукты и пищевые добавки. Определение безопасности и эффективности биологически активных добавок к пище. Методические указания МУК 2.3.2.721-98. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_99273/ (дата обращения: 25.01.2025).

9. Petrilli AA, Souza SJ, Teixeira AM, et al. Effect of chocolate and yerba mate phenolic compounds on inflammatory and oxidative biomarkers in HIV/AIDS individuals. *Nutrients.* 2016;8(5):132. DOI:10.3390/nu8050132

10. Dugo L, Belluomo MG, Fanali C, et al. Effect of cocoa polyphenolic extract on macrophage polarization from proinflammatory M1 to anti-inflammatory M2 state. *Oxid Med Cell Longev.* 2017;2017:6293740. DOI:10.1155/2017/6293740

11. Shojaei-Zarghani S, Yari Khosroushahi A, Rafrat M. On-copreventive effects of theanine and theobromine on dimethylhydrazine-induced colon cancer model. *Biomed Pharmacother.* 2021;134:111140. DOI:10.1016/j.biopha.2020.111140

12. Cocoa beans. Sampling. GOST ISO 2292–2014. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200138915> (25 Jan 2025). (In Russ.) Какао-бобы. Отбор проб. ГОСТ ISO 2292–2014. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200138915?ysclid=mf8j099ng1618469416> дата обращения: 25.01.2025).

13. Cocoa beans. Determination of moisture content (conventional method). GOST 32616–2014. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200138914?ysclid=mf82ep6ri7527579404> (25 Jan 2025). (In Russ.) Какао-бобы. Определение содержания влаги (общепринятый метод). ГОСТ 32616–2014. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200138914?ysclid=mf82ep6ri7527579404> (дата обращения: 25.01.2025).

14. Sugar. Method for determination of sucrose. GOST 12571–2013. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/56255/?ysclid=mf82a69gjb945425281> (25 Jan 2025). (In Russ.) Сахар. Метод определения сахарозы. ГОСТ 12571–2013. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/56255/?ysclid=mf82a69gjb945425281> (дата обращения: 25.01.2025).

15. Sarriá B, Gomez-Juaristi M, Martínez López S, et al. Cocoa colonic phenolic metabolites are related to HDL-cholesterol raising effects and methylxanthine metabolites and insoluble dietary fibre to anti-inflammatory and hypoglycemic effects in humans. *Peer J.* 2020;8:e9953. DOI:10.7717/peerj.9953

Статья поступила в редакцию 03.02.2025; одобрена после рецензирования 01.06.2025; принята к публикации 08.09.2025. The article was submitted 03.02.2025; approved after reviewing 01.06.2025; accepted for publication 08.09.2025.

Информация об авторах:

Виктория Николаевна Стрижевская – заместитель директора высшей школы биотехнологии пищевых систем Института общественного здоровья, здравоохранения и гуманитарных проблем медицины; доцент кафедры фармацевтической технологии и биотехнологии, доцент, кандидат технических наук, viktoriya_strizh@mail.ru, ORCID 0000-0001-9914-6576; **Мезенцева Екатерина Михайловна** – студент направления подготовки 19.04.01 «Биотехнология» (магистратура) Высшей школы биотехнологии пищевых систем, mezeka2234@gmail.com; **Максим Серафимович Марадудин** – старший научный сотрудник высшей школы биотехнологии пищевых систем Института общественного здоровья, здравоохранения и гуманитарных проблем медицины, доцент, кандидат технических наук, maradudinms@yandex.ru, ORCID 0000-0002-6796-1901; **Христина Сергеевна Романова** – доцент кафедры фармацевтической технологии и биотехнологии, кандидат технических наук, rom-hcrstina1@yandex.ru, ORCID 0000-0002-0436-8051; **Ирина Викторовна Видяшева** – доцент кафедры фармацевтической технологии и биотехнологии, кандидат биологических наук, irinabiochemist@yandex.ru, ORCID 0000-0002-0925-3093; **Анастасия Анатольевна Архангельская** – старший преподаватель кафедры фармацевтической технологии и биотехнологии, kotech@mail.ru, ORCID 0000-0002-8698-6135; **Дмитрий Владимирович Тупикин** – заведующий кафедрой фармацевтической технологии и биотехнологии, доцент, кандидат биологических наук, tupikin1@rambler.ru, ORCID 0000-0001-9730-8551.

Information about the authors:

Victoriya N. Strizhevskaya – Deputy Director of the Graduate School of Biotechnology of Food Systems of the Institute of Public Health, Public Health and Humanitarian Problems of Medicine; Assistant Professor of the Department of Pharmaceutical Technology and Biotechnology, Associate Professor, PhD, viktoriya_strizh@mail.ru, ORCID 0000-0001-9914-6576; **Ekaterina M. Mezentseva** – Student of the Field of Study 04.19.2011 “Biotechnology” (Master’s Degree) of the Higher School of Biotechnology of Food Systems, mezeka2234@gmail.com; **Maksim S. Maradudin** – Senior Researcher of the Graduate School of Biotechnology of Food Systems of the Institute of Public Health, Public Health and Humanitarian Problems of Medicine, Associate Professor, PhD, maradudinms@yandex.ru, ORCID 0000-0002-6796-1901; **Khristina S. Romanova** – Assistant Professor, Department of Pharmaceutical Technology and Biotechnology, PhD, rom-hcrstina1@yandex.ru, ORCID 0000-0002-0436-8051; **Irina V. Vidyasheva** – Assistant Professor of the Department of Pharmaceutical Technology and Biotechnology, PhD, irinabiochemist@yandex.ru, ORCID 0000-0002-0925-3093; **Anastasia A. Arkhangelskaya** – Senior Lecturer of the Department of Pharmaceutical Technology and Biotechnology, kotech@mail.ru, ORCID 0000-0002-8698-6135; **Dmitriy V. Tupikin** – Head of the Department of Pharmaceutical Technology and Biotechnology, Associate Professor, PhD, tupikin1@rambler.ru, ORCID 0000-0001-9730-8551.