

Подбор биополимерных носителей для иммобилизации на их поверхности эссенциальных элементов

Елена В. Белокурова ¹	zvezdamal@mail.ru	 0000-0002-1955-8376
Мартин А. Саргсян ¹	mrmartinok@mail.ru	 0000-0002-3786-1088
Евгений С. Попов ¹	e_s_popov@mail.ru	 0000-0003-3303-3434
Татьяна В. Алексеева ²	zyablova@mail.ru	 0000-0001-8035-7293

1 Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

2 Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина, ул. Ульянова, 1, г. Нижний Новгород, 603000, Россия

Аннотация. Оптимизация рецептов продуктов питания, с целью увеличения их пищевой и биологической ценности, остается актуальной в современном мире. В регионах с выявленным дисбалансом эссенциальных элементов необходима коррекция рациона питания населения. Одним из наиболее эффективных методов является обогащение продуктов иммобилизованными коллоидными структурами необходимых элементов на поверхности биополимерных носителей. В пищевой промышленности чаще применима сорбционная иммобилизация, в следствии простоты, дешевизны и эффективности, а также в связи со слабым влиянием носителя на каталитическую способность диспергированной фазы. В качестве носителей, подходящих для проведения иммобилизации элементов, в первую очередь, подходят нерастворимые или гелеобразующие природные сорбенты. К таковым относятся: агар, пектин, хитозан, коллаген, крахмал, целлюлоза, уголь и другие. В статье перечислены наиболее подходящие методы иммобилизации, выбраны носители. С целью минимизации отрицательного влияния дисперсионной среды предлагается использование многокомпонентного носителя. Подобное применимо как по отношению к гидрофобным, так и гидрофильным соединениям. Возможно совместное использование биополимеров с углем, с целью повышения сорбционной способности и антимикробных свойств готовой поверхности. В случае же с пектином и агаром термообратимость носителя может быть использована с целью упрощения хранения готовой иммобилизованной структуры. В настоящий момент ведется разработка технологий иммобилизации эссенциальных элементов на поверхности биополимерных носителей с целью оптимизации рецептов кулинарных изделий и блюд для предприятий индустрии питания.

Ключевые слова: иммобилизация, биополимер, агар, хитозан, уголь.

Selection of biopolymer carriers for immobilization of essential elements on their surface

Elena V. Belokurova ¹	zvezdamal@mail.ru	 0000-0002-1955-8376
Martin A. Sargsyan ¹	mrmartinok@mail.ru	 0000-0002-3786-1088
Evgeny S. Popov ¹	e_s_popov@mail.ru	 0000-0003-3303-3434
Tatyana V. Alekseeva ²	zyablova@mail.ru	 0000-0001-8035-7293

1 Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

2 Nizhny Novgorod state pedagogical university named after Kozma Minin, str. Ulyanova, 1, Nizhny Novgorod, 603000, Russia

Abstract. Optimization of food recipes, in order to increase their nutritional and biological value, remains relevant in the modern world. In regions with an identified imbalance of essential elements, correction of the diet of the population is necessary. One of the most effective methods is the enrichment of products with immobilized colloidal structures of the necessary elements on the surface of biopolymer carriers. Sorption immobilization is more often used in the food industry, due to its simplicity, cheapness and efficiency, as well as due to the weak influence of the carrier on the catalytic ability of the dispersed phase. As carriers suitable for the immobilization of elements, first of all, insoluble or gel-forming natural sorbents are suitable. These include: agar, pectin, chitosan, collagen, starch, cellulose, coal and others. The article lists the most suitable methods of immobilization, selected carriers. In order to minimize the negative impact of the dispersion medium, the use of a multicomponent carrier is proposed. This applies to both hydrophobic and hydrophilic compounds. It is possible to combine biopolymers with coal, in order to increase the sorption capacity and antimicrobial properties of the finished surface. In the case of pectin and agar, the thermal reversibility of the carrier can be used to simplify the storage of the finished immobilized structure. Currently, technologies for the immobilization of essential elements on the surface of biopolymer carriers are being developed in order to optimize recipes for culinary products and dishes for the food industry.

Keywords: immobilization, biopolymer, agar, chitosan, coal.

Для цитирования

Белокурова Е. В., Саргсян М. А., Попов Е. С., Алексеева Т. В. Подбор биополимерных носителей для иммобилизации на их поверхности эссенциальных элементов // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85. № 1. С. 106–110. doi:10.20914/2310-1202-2023-1-106-110

For citation

Belokurova E.V., Sargsyan M.A., Popov E.S., Alekseeva T.V. Selection of biopolymer carriers for immobilization of essential elements on their surface. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2023. vol. 85. no. 1. pp. 106–110. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2023-1-106-110

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Рациональное питание является одним из важнейших факторов, влияющих на состояние здоровья современного человека. Известно, что многие заболевания живых существ, зачастую связаны с недостатком, либо с избытком содержания в организме микроэлементов. В качестве примеров можно привести связь между дефицитом железа и возникновением анемии, между дефицитом йода и нарушением работы эндокринных желез (щитовидная железа) и др. В связи с этим особый интерес в современной медицине, биологии и пищевой промышленности представляет научно-практическое направление, связанное с протеканием в организме человека негативных процессов, обусловленных недостатком или избытком жизненно необходимых элементов. Причиной возникновения таких процессов, называемых микроэлементами, может стать и негативное воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды [1].

Обсуждение

К факторам, влияющим на микроэлементный состав продукта можно отнести как региональные особенности экосистемы, так и антропогенное воздействие на нее. Важно наблюдение за балансом биологически значимых компонентов у персонала промышленно-производственных предприятий, а также жителей регионов, страдающих от низкого содержания эссенциальных элементов в почве. Однако, необходимость в коррекции рациона возникает только после зафиксированного гипо- или гиперэлементоза. Результаты оценки региональных особенностей элементного статуса показали дисбаланс по уровню содержания: Ca, Fe, Se, Co, P. Поэтому актуальным является поиск методов обогащения продуктов питания, обладающих низкой пищевой ценностью [2–6].

Одним из способов обогащения пищевых продуктов эссенциальными элементами является иммобилизация их коллоидных структур на поверхности полимерных носителей. Иммобилизация – метод ограничения подвижности молекул, производимый при помощи закрепления их на поверхности носителя, без потери эффективности самой молекулы. В пищевом производстве наиболее простым и экономически целесообразным можно назвать метод адсорбционной иммобилизации. В свою очередь, данный метод может иметь несколько способов реализации, к которым можно отнести адсорбцию на нерастворимых носителях и включение в поры геля. В результате иммобилизации на поверхности нерастворимого носителя взаимодействие базируется на не ковалентных контактах между

средой и дисперсной фазой. При использовании гелеобразующих носителей вносимая фаза включается в трехмерную сетку из тесно переплетенных цепей, образующих гель. Удерживание осуществляется физически (механическое обездвиживание), а также за счет дополнительных нековалентных (ионных и водородных связей) и ковалентных взаимодействий. В качестве носителей, подходящих для проведения иммобилизации микроэлементов в первую очередь, подходят нерастворимые или гелеобразующие природные сорбенты. К наиболее часто используемым можно отнести: агар, пектин, хитозан, коллаген, крахмал и целлюлозу [7].

Альгинаты, агары и каррагинаны составляют группу гидроколлоидов – полисахаридов, получаемых из морских водорослей. От качества этих веществ также зависит качество готового продукта, так как нестабильность параметров поступающего сырья приводит к незапланированному изменению параметров технологического процесса. Один из показателей качества вносимых ингредиентов – скорость их гелеобразования. Наиболее применим среди них – агар, в случаях иммобилизации клеток и ферментов. В случаях с агаром возможны методы как физической, так и химической иммобилизации. Включение в поры геля наиболее эффективно, благодаря высоким сорбционным свойствам материала.

При выборе метода иммобилизации стоит обратить внимание на такие важные критерии, как:

1. Используемый метод иммобилизации не должен в значительной степени влиять на реакционную способность элемента/ либо должен происходить эффективный распад сорбента с высвобождением элемента, при физической иммобилизации.
2. Необходимо осуществлять иммобилизацию таким образом, чтобы в результате максимальное количество элемента сохранялось на носителе, а также оставалось в стабильном состоянии.
3. Трудоемкость стадии иммобилизации должна быть минимальной, как и число манипуляций.
4. Необходима экономическая рентабельность метода иммобилизации.

В тоже время, выбор носителя играет не менее важную роль, чем выбор методики. Основные требования к выбираемой дисперсионной среде можно охарактеризовать как:

- Биополимер при растворении участвует в процессе гелеобразования путем повышения вязкости раствора.
- Биополимер не оказывает влияние на химические и органолептические показатели готовых продуктов.

В качестве гелеобразующего носителя так же возможно использование пектинов, группы полисахаридов, образованных остатками галактуроновой кислоты. Агар обладает высокой степенью усвояемости в организме, что крайне необходимо для гарантированного поступления иммобилизованного компонента. Однако это же может способствовать ослаблению сохраняемости готового композита. В свою очередь пектины практически не усваиваются пищеварительной системой человека, являясь энтеросорбентами, однако так же эффективно образуют устойчивую систему геля [8–10].

Хитозан – продукт деацетилирования хитина, аминополисахарид сложного строения, состоящий из двух типов моносахаридов: 2-ацетамид-глюкозы и 2-амино-D-глюкозы соединенных 1,4-гликозидной связью. Физические и химические свойства этих веществ определяются особенностями их молекул, имеющих активные amino- и гидроксильные группы. Хитозан обладает гемостатической, гиполипидемической и антимикробной активностью против грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов. Слабо растворимому в воде хитозану, в качестве носителя, подходят несколько методов иммобилизации, включая как адсорбционную, так и хемосорбционную. Антибактериальные свойства и высокая защита вносимой фазы сделали хитозан одним из самых популярных носителей, как в медицине, так и пищевой промышленности. Стоит учесть, что низкая растворимость и слабое расщепление в организме может привести к усложнению усвояемости необходимых компонентов [11].

Помимо биополимерных можно выделить углеродные сорбенты, в том числе – уголь активированный. Сорбент, получаемый из твердых лиственных пород деревьев, в частности березы,

представляет собой нерастворимое в воде пористое соединение с большой удельной поверхностью на единицу массы. Благодаря этому уголь обладает высокой адсорбционной способностью. Представляет собой носитель, нашедший широкое применение в таких областях как, медицина, пищевая и химическая промышленности. По отношению к углю наиболее подходят физические методы иммобилизации. Активные сорбционные свойства позволяют увеличить поглощающую способность носителя, однако, низкая растворимость в организме может привести к затруднению усвоения необходимых эссенциальных элементов [12–20].

Заключение

С целью увеличения сорбционных свойств носителя, а также в связи с низкой усвояемостью вносимой фазы имеет смысл использование сразу нескольких компонентов в качестве дисперсионной среды. Подобное применимо как по отношению к гидрофобным, так и гидрофильным соединениям. Возможно совместное использование биополимеров с углем, с целью повышения сорбционной способности и антимикробных свойств готовой поверхности. В случае же с пектином и агаром термообратимость носителя может быть использована с целью упрощения хранения готовой иммобилизованной структуры.

В настоящий момент кафедрой сервиса и ресторанного бизнеса Воронежского Государственного Университета Инженерных Технологий ведется разработка технологий иммобилизации эссенциальных элементов на поверхности биополимерных носителей с целью оптимизации рецептур кулинарных изделий и блюд для предприятий индустрии питания.

Литература

- 1 Гольдфейн М.Д., Адаев О.Н., Тимуш Л.Г. и др. Роль химических элементов и их соединений в природе и в процессах жизнедеятельности человека часть 1. Химические вещества в экологии, микроэlementозы и общие вопросы безопасности питания // Вестник Технологического университета. 2015. Т. 18. № 16. С. 296–300.
- 2 Жиенмуратова Г.К. Микроэlementозы и заболеваемость детей, проживающих в регионе Приаралье // Медицина: теория и практика. 2019. Т. 4. № 5. С. 205.
- 3 Гогодзе Н.В., Вильмс Е.А., Корчина Т.Я. Микроэlementный портрет жителей Омска и Сургута // Вести МАНЭБ в Омской области. 2015. № 1(6). С. 6–10.
- 4 Глаголева О.Н., Вильмс Е.А., Турчанинов Д.В. и др. Роль фактического питания и микронутриентной недостаточности в развитии анемий, связанных с питанием, у населения Омской области // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 1. С. 40.
- 5 Бондаревич Е.А., Коцюржинская Н.Н., Войченко А.А. и др. Состояние почвенного покрова в районах техногенных биогеохимических аномалий Забайкалья // Успехи современного естествознания. 2020. № 3. С. 57–64.
- 6 Сохийев А.В., Минаев Б.Д. Региональные особенности элементного статуса учащихся города Ставрополя // Обмен веществ при адаптации и повреждении. Дни молекулярной медицины на Дону: материалы XVII Российской научно-практической конференции с международным участием, Ростов-на-Дону, 25 мая 2018 года. Ростов-на-Дону: Ростовский государственный медицинский университет, 2018. С. 109–110.
- 7 Волосова Е.В., Пашкова Е.В., Шипуля А.Н., Безгина Ю.А., Исследование биополимерных материалов с химически иммобилизованными в их структуру ферментами оптическими методами // Научно-технический вестник Поволжья. 2016. № 2. С. 31–33.
- 8 Максимова О.А., Митин В.В. Определение динамики гелеобразования агар-агара // Пищевая промышленность. 2013. № 7. С. 45–45.

- 9 Игнатенко А.В. Анализ осмоустойчивости протопластов бактерий в свободном и иммобилизованном состояниях // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. 2022. № 1 (253). С. 58–65.
- 10 Гайдай С.А., Максимов И.В., Курчаева Е.Е. Разработка технологии мягкого сыра обогащенного состава // Международный студенческий научный вестник. 2018. № 3–2. С. 242–245.
- 11 Пятигорская Н.В., Каргин В.С., Брких Г.Э. Виды модификации хитозана путем использования различных дериватирующих агентов // Здоровье и образование в XXI веке. 2021. № 4. С. 23–30.
- 12 Фарберова Е.А., Шадрин Д.С., Ходяшев Н.Б., Тиньгаева Е.А. Ммикромикеты *Trichoderma Harzianum* в составе углеродного биосорбента для извлечения ртути из водных сред // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. 2020. № 3. С. 49–60.
- 13 Liu H., Štiglic A.D., Mohan T., Kargl R. et al. Nano-fibrillated cellulose-based scaffolds for enzyme (co)-immobilization: Application to natural product glycosylation by Leloir glycosyltransferases // International Journal of Biological Macromolecules. 2022. V. 222. P. 217-227.
- 14 Wu H., Mu W. Application Prospects and Opportunities of Inorganic Nanomaterials for Enzyme Immobilization in the Food Processing Industry // Current Opinion in Food Science. 2022. P. 100909.
- 15 Alminderej F. M. Study of new cellulosic dressing with enhanced antibacterial performance grafted with a biopolymer of chitosan and myrrh polysaccharide extract // Arabian Journal of Chemistry. 2020. V. 13. №. 2. P. 3672-3681. doi: 10.1016/j.arabjc.2019.12.005
- 16 Dora N., Nanda P., Reddy N. G. Application of biopolymers for enhancing engineering properties of problematic soils and industrial wastes: a review // Advances in Sustainable Construction Materials: Select Proceedings of ASCM 2020. 2021. P. 203-211. doi: 10.1007/978-981-33-4590-4_20
- 17 Schnepf Z. Biopolymers as a flexible resource for nanochemistry // Angewandte Chemie International Edition. 2013. V. 52. №. 4. P. 1096-1108. doi: 10.1002/anie.201206943
- 18 Varghese S.A., Siengchin S., Parameswaranpillai J. Essential oils as antimicrobial agents in biopolymer-based food packaging-A comprehensive review // Food Bioscience. 2020. V. 38. P. 100785. doi: 10.1016/j.fbio.2020.100785
- 19 Choi S.G. et al. Review on geotechnical engineering properties of sands treated by microbially induced calcium carbonate precipitation (MICP) and biopolymers // Construction and Building Materials. 2020. V. 246. P. 118415. doi:10.1016/j.conbuildmat.2020.118415
- 20 Xu D., Chen T., Liu Y. The physical properties, antioxidant and antimicrobial activity of chitosan–gelatin edible films incorporated with the extract from hop plant // Polymer Bulletin. 2021. V. 78. P. 3607-3624. doi: 10.1007/s00289-020-03294-1

References

- 1 Goldfein M.D., Adaev O.N., Timush L.G. et al. The role of chemical elements and their compounds in nature and in human life processes Part 1. Chemicals in ecology, trace elements and general food safety issues. Bulletin of the Technological University. 2015. vol. 18. no. 16. pp. 296-300. (in Russian).
- 2 Zhyemuratova G.K. Microelementoses and morbidity of children living in the Aral Sea region. Medicine: theory and practice. 2019. vol. 4. no. 5. pp. 205. (in Russian).
- 3 Gogadze N.V., Wilms E.A., Korchina T.Ya. Microelement portrait of residents of Omsk and Surgut. Conduct MANEB in the Omsk region. 2015. no. 1(6). pp. 6-10. (in Russian).
- 4 Glagoleva O.N., Wilms E.A., Turchaninov D.V. et al. The role of actual nutrition and micronutrient deficiency in the development of nutrition-related anemia in the population of the Omsk region. Modern problems of science and education. 2017. no. 1. pp. 40. (in Russian).
- 5 Bondarevich E.A., Kotsyurzhinskaya N.N., Voichenko A.A. et al. The state of the soil cover in the areas of technogenic biogeochemical anomalies of Transbaikalia. Successes of modern natural science. 2020. no. 3. pp. 57-64. (in Russian).
- 6 Sohiev A.V., Minaev B.D. Regional features of the elemental status of students of the city of Stavropol. Metabolism during adaptation and damage. Days of Molecular Medicine on the Don: Proceedings of the XVII Russian Scientific and Practical Conference with International participation, Rostov-on-Don, May 25, 2018. Rostov-on-Don, Rostov State Medical University, 2018. pp. 109-110. (in Russian).
- 7 Volosova E.V., Pashkova E.V., Shipulya A.N., Bezgina Yu.A. Investigation of biopolymer materials with chemically immobilized enzymes in their structure by optical methods. Scientific and Technical Bulletin of the Volga region. 2016. no. 2. pp. 31-33. (in Russian).
- 8 Maksimova O.A., Mitin V.V. Determination of the dynamics of agar-agar gelation. Food industry. 2013. no. 7. pp. 45-45. (in Russian).
- 9 Ignatenko A.V. Analysis of osmotic resistance of bacterial protoplasts in free and immobilized states. Proceedings of BSTU. Series 2: Chemical technologies, biotechnology, geoecology. 2022. no. 1 (253). pp. 58-65. (in Russian).
- 10 Gaidai S.A., Maksimov I.V., Kurchaeva E.E. Development of technology of soft cheese of enriched composition. International Student Scientific Bulletin. 2018. no. 3-2. pp. 242-245. (in Russian).
- 11 Pyatigorskaya N.V., Kargin V.S., Brkich G.E. Types of chitosan modification by using various derivatizing agents. Health and education in the XXI century. 2021. no. 4. pp. 23-30. (in Russian).
- 12 Farberova E.A., Shadrin D.S., Khodyashev N.B., Tingaeva E.A. Mmicromycetes of *Trichoderma Harzianum* as part of a carbon biosorbent for mercury extraction from aqueous media. Bulletin of PNRPU. Chemical technology and biotechnology. 2020. no. 3. pp. 49-60. (in Russian).
- 13 Liu H., Štiglic A.D., Mohan T., Kargl R. et al. Nano-fibrillated cellulose-based scaffolds for enzyme (co)-immobilization: Application to natural product glycosylation by Leloir glycosyltransferases. International Journal of Biological Macromolecules. 2022. vol. 222. pp. 217-227.

- 14 Wu H., Mu W. Application Prospects and Opportunities of Inorganic Nanomaterials for Enzyme Immobilization in the Food Processing Industry. *Current Opinion in Food Science*. 2022. pp. 100909.
- 15 Alminderej F. M. Study of new cellulosic dressing with enhanced antibacterial performance grafted with a biopolymer of chitosan and myrrh polysaccharide extrac. *Arabian Journal of Chemistry*. 2020. vol. 13. no. 2. pp. 3672-3681. doi: 10.1016/j.arabjc.2019.12.005
- 16 Dora N., Nanda P., Reddy N. G. Application of biopolymers for enhancing engineering properties of problematic soils and industrial wastes: a review. *Advances in Sustainable Construction Materials: Select Proceedings of ASCM 2020*. 2021. pp. 203-211. doi: 10.1007/978-981-33-4590-4_20
- 17 Schnepf Z. Biopolymers as a flexible resource for nanochemistry. *Angewandte Chemie International Edition*. 2013. vol. 52. no. 4. pp. 1096-1108. doi: 10.1002/anie.201206943
- 18 Varghese S.A., Siengchin S., Parameswaranpillai J. Essential oils as antimicrobial agents in biopolymer-based food packaging-A comprehensive review. *Food Bioscience*. 2020. vol. 38. pp. 100785. doi: 10.1016/j.fbio.2020.100785
- 19 Choi S.G. et al. Review on geotechnical engineering properties of sands treated by microbially induced calcium carbonate precipitation (MICP) and biopolymers. *Construction and Building Materials*. 2020. vol. 246. pp. 118415. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2020.118415
- 20 Xu D., Chen T., Liu Y. The physical properties, antioxidant and antimicrobial activity of chitosan-gelatin edible films incorporated with the extract from hop plant. *Polymer Bulletin*. 2021. vol. 78. pp. 3607-3624. doi: 10.1007/s00289-020-03294-1

Сведения об авторах

Елена В. Белокурова к.т.н., доцент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, zvezdamal@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-1955-8376>

Мартин А. Саргсян аспирант, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mrmartinok@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-3786-1088>

Евгений С. Попов д.т.н., профессор, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, e_s_popov@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-3303-3434>

Татьяна В. Алексеева д.т.н., профессор, кафедра биологии, химии, экологии и методик обучения, Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина, ул. Ульянова, 1 г. Нижний Новгород, 603000, Россия, zhablova@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-8035-7293>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Elena V. Belokurova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, zvezdamal@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-1955-8376>

Martin A. Sargsyan post-graduate student, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mrmartinok@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-3786-1088>

Evgeny S. Popov Dr. Sci. (Engin.), professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, e_s_popov@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-3303-3434>

Tatyana V. Alekseeva Dr. Sci. (Engin.), professor, biology, chemistry, ecology, and teaching methods department, Nizhny Novgorod state pedagogical university named after Kozma Minin, str. Ulyanova, 1, Nizhny Novgorod, 603000, Russia, zhablova@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-8035-7293>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 26/12/2022	После редакции 23/01/2023	Принята в печать 16/02/2023
Received 26/12/2022	Accepted in revised 23/01/2023	Accepted 16/02/2023