

**Полная исследовательская публикация** Тематический раздел: Биотехнологические исследования.  
Утверждённая научная специальность ВАК: 1.5.4. Биохимия; 1.5.6. Биотехнология  
Дополнительная научная специальность ВАК: 1.5.21. Физиология и биохимия растений  
Идентификатор ссылки на объект – ROI: jbc-01/25-83-9-118  
Цифровой идентификатор объекта – DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-118  
УДК 543.427.4: 574.21. Поступила в редакцию 1 августа 2025 г.

## Элементный анализ сине-зеленых водорослей Чебоксарского водохранилища

© Житарь\*+ Светлана Владимировна, Ященко Наталия Николаевна,  
Зиновьева Елена Геннадьевна, Заживихина Екатерина Иосифовна

Кафедра общей, неорганической и аналитической химии. Чувашский государственный университет  
им. И.Н. Ульянова. Московский пр-т, 15. г. Чебоксары, 428015. Чувашская Республика. Россия.  
Тел.: +7 (835) 245-24-68. E-mail: svezhi@yandex.ru

\*Ведущий направление; +Поддерживающий переписку

**Ключевые слова:** сине-зеленые водоросли, рентгено-флуоресцентный анализ, элементный анализ, макроэлементы, микроэлементы, Чебоксарское водохранилище, Чувашская Республика.

### Аннотация

В работе впервые методом рентгенофлуоресцентного анализа определен элементный состав сине-зеленых водорослей Чебоксарского водохранилища Чувашской Республики. Установлено наличие шестнадцати химических элементов (бром, ванадий, железо, калий, кальций, кремний, марганец, медь, сера, серебро, стронций, титан, рубидий, фосфор, хлор и цинк) и определено их соотношение. Статистическую обработку результатов проводили для пяти параллельных измерений образцов таблеток сине-зеленых водорослей при доверительной вероятности 0.95. Погрешность определения не превышала 5%. Среди макроэлементов в преобладающем количестве находятся калий и кальций, а среди микроэлементов лидирующее положение занимает кремний. По содержанию макроэлементы, найденные в сине-зеленых водорослях Чебоксарского водохранилища, можно расположить в следующий ряд убывания:  $K > Ca > S > P$ . Микроэлементы представлены убывающим рядом  $Si > Fe > Mn > Zn > Cu > Sr$ . Следует отметить, что информация об элементном составе сине-зеленых водорослей в рецензируемой литературе за последнее десятилетие практически отсутствует.

Сине-зеленые водоросли Чебоксарского водохранилища благодаря наличию в них комплекса полезных макро- и микроэлементов можно рекомендовать к применению в качестве регионального самовозобновляющегося недорогого сырья в производстве органических удобрений и кормовых добавок для животноводства и птицеводства. Регулярный мониторинг элементного состава сине-зеленых водорослей водоёмов позволит своевременно оценивать качество воды и степень антропогенного воздействия человека на водные ресурсы. Разнообразие макро- и микроэлементного состава водорослей несомненно будет способствовать дальнейшему расширению областей их практического применения.

### Выходные данные для цитирования русскоязычной печатной версии статьи:

Житарь С.В., Ященко Н.Н., Зиновьева Е.Г., Заживихина Е.И. Элементный анализ сине-зеленых водорослей Чебоксарского водохранилища. *Бутлеровские сообщения*. 2025. Т.83. №9. С.118-123.  
DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-118

### Выходные данные для цитирования русскоязычной электронной версии статьи:

Житарь С.В., Ященко Н.Н., Зиновьева Е.Г., Заживихина Е.И. Элементный анализ сине-зеленых водорослей Чебоксарского водохранилища. *Бутлеровские сообщения* С. 2025. Т.11. №3. Id.24.  
DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-118/ROI-jbc-RC/25-11-3-24

### The output for citing the English online version of the article:

Svetlana V. Zhitar, Natalia N. Yaschenko, Elena G. Zinovjeva, Ekaterina I. Zazhivikhina. Elemental analysis of blue-green algae of the Cheboksary reservoir. *Butlerov Communications* C. 2025. Vol.11. No.3. Id.24.  
DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-118/ROI-jbc-C/25-11-3-24

## Литература

- [1] Русинова Н.Г. Проблемы Чебоксарского водохранилища на современном этапе. *Исторический поиск*. 2024. Т.5. №4. С.59-65. DOI: 10.47026/2712-9454-2024-5-4-59-65 [N.G. Rusinova. Problems of the Cheboksary reservoir at the present stage. *Historical Search*. 2024. Vol.5. No.4. P.59-65. DOI: 10.47026/2712-9454-2024-5-4-59-65. (Russian)].
- [2] Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник 2023. *Ростов-на-Дону: Росгидромет*. 2024. 596с. [Surface Water Quality of the Russian Federation. Yearbook 2023. *Rostov-on-Don: Roshydromet*. 2024. 596p. (Russian)].
- [3] Шерстобитов Д.Н., Ермаков В.В., Пыстин В.Н., Тупицына О.В. Мониторинг развития сине-зеленых водорослей в Куйбышевском водохранилище при помощи индексов дистанционного зондирования Земли. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2023. Т.31. №2. С.232-240. DOI: 10.22363/2313-2310-2023-31-2-232-240 [D.N. Sherstobitov, V.V. Ermakov, V.N. Pystin, O.V. Tupitsyna. Monitoring the development of blue-green algae in the Kuibyshev Reservoir using Earth remote sensing indices. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Ecology and Life Safety*. 2023. Vol.31. No.2. P.232-240. DOI: 10.22363/2313-2310-2023-31-2-232-240 (Russian)].
- [4] Чернова Е.Н., Русских Я.В., Воякина Е.Ю., Жаковская З.А. Исследования природных экотоксикантов – метаболитов сине-зеленых водорослей в разнотипных водоёмах северо-запада России. *Региональная экология*. 2014. №1-2(35). С.88-95. [E.N. Chernova, Ya.V. Russkikh, E.Yu. Voyakina, Z.A. Zhakovskaya. Studies of natural ecotoxins – metabolites of blue-green algae in different types of water bodies of northwest Russia. *Regional Ecology*. 2014. No.1-2(35). P.88-95. (Russian)].
- [5] Смоленкова О.В., Новикова О.А. Технологические аспекты использования сине-зеленых водорослей в технологии производства кисломолочных продуктов. *Вестник Керченского государственного морского технологического университета. Технические науки*. 2022. №4. С.315-330. [O.V. Smolenkova, O.A. Novikova Technological aspects of the use of blue-green algae in the technology of fermented milk products production. *Bulletin of the Kerch State Marine Technological University. Technical sciences*. 2022. No.4. P.315-330. (Russian)].
- [6] Каленик Т.К., Добрынина Е.В., Остапенко В.М., Ясуёши Тори, Юро Хироми Исследование пигментов сине-зеленой водоросли спирулины платенсис для практического использования в технологиях кондитерских изделий. *Вестник ВГУИТ*. 2019. Т.81. №2. С.170-176. [T.K. Kalenik, E.V. Dobrynina, V.M. Ostapenko, Tori Yasuyoshi, Hiromi Yuro. Study of pigments of blue-green algae spirulina platensis for practical use in confectionery technologies. *Bulletin of VSUET*. 2019. Vol.81. No.2. P.170-176. DOI: 10.20914/2310-1202-2019-2-170-176. (Russian)].
- [7] Wangjie Diao, Liu Zhu, Qiangling Yao, Xuehua Li, Chenyao Gong, Haihan Wang, Zaixing Huang. Enhancing biomethane generation of lignite with blue-green algae as an additive. *Fuel*. 2025. Vol.384. 133961. DOI: 10.1016/j.fuel.2024.133961.
- [8] Jasim Mohammed Salman, Najwa Majrashi, Fikrat M. Hassan, Ahmed Al-Sabri, Esraa Abdul-Adel Jabar, Fuad Ameen. Cultivation of blue green algae (*Arthrospira platensis* Gomont, 1892) in wastewater for biodiesel production. *Chemosphere*. 2023. Vol.335. 139107. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2023.139107.
- [9] Lina Zhao, Min Hu, Halimi Muslim, Tianyang Hou, Bo Bian, Zhen Yang, Weiben Yang, Limin Zhang. Co-utilization of lake sediment and blue-green algae for porous lightweight aggregate (ceramsite) production. *Chemosphere*. 2022. Vol.287. Part 2. 132145. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2021.132145.
- [10] Jennifer S. Taintor, James Wright, Fred Caldwell, Bailey Dymond, John Schumacher. Efficacy of an Extract of Blue-Green Algae in Amelioration of Lameness Caused by Degenerative Joint Disease in the Horse. *Journal of Equine Veterinary Science*. 2014. Vol.34. Iss.10. P.1197-1200. DOI: 10.1016/j.jevs.2014.07.007.
- [11] Durgadevi Selvaraj, M. Arivazhagan. Performance of blue green algae in mitigation of reactive dye industrial wastewater. *Algal Research*. 2025. Vol.86. 103898. DOI: 10.1016/j.algal.2025.103898.
- [12] M. Kurashvili, T. Varazi, G. Khatishashvili, G. Gigolashvili, G. Adamia, M. Pruidze, M. Gordeziani, L. Chokheli, S. Japharashvili, N. Khushivadze, Blue-green alga *Spirulina* as a tool against water pollution by 1,1'-(2,2,2-trichloroethane-1,1-diyl)bis(4-chlorobenzene) (DDT). *Annals of Agrarian Science*. 2018. Vol.16. Iss.4. P.405-409. DOI: 10.1016/j.aasci.2018.07.005.
- [13] Jalil Jaafari, Kamyar Yaghmaeian. Response surface methodological approach for optimizing heavy metal biosorption by the blue-green alga *Chroococcus disperses*. *Desalination and Water Treatment*. 2019. Vol.142. P.225-234. DOI: 10.5004/dwt.2019.23406.
- [14] Zahraa H. Obaid, Sarab A. Juda, Ashwak F. Kaizal, Jasim Mohammed Salman. Biosynthesis of silver nano particles (AgNPs) from blue green algae (*Arthrospira platensis*) and their anti-pathogenic applications. *Journal of King Saud University – Science*. 2024. Vol.36. Iss.7. 103264. DOI: 10.1016/j.jksus.2024.103264.
- [15] Renata Koničková, Kateřina Vaňková, Jana Vaníková, Kateřina Vánová, Lucie Muchová, Iva Subhanová, Marie Zadinová, Jaroslav Zelenka, Ales Dvořák, Michal Kolář, Hynek Strnad, Silvie Rimpelová, Tomas

- Полная исследовательская публикация** Житарь С.В., Ященко Н.Н., Зиновьева Е.Г., Заживихина Е.И. Ruml, Ronald J. Wong, Libor Vitek. Anti-cancer effects of blue-green alga *Spirulina platensis*, a natural source of bilirubin-like tetrapyrrolic compounds. *Annals of Hepatology*. **2014**. Vol.13. Iss.2. P.273-283. DOI: 10.1016/S1665-2681(19)30891-9.
- [16] Зиновьева Е.Г., Федоров П.И., Смирнова С.Н., Житарь С.В., Ященко Н.Н., Маркова С.А., Заживихина Е.И. Определение химических показателей растительных кормов Чувашской республики. *Бутлеровские сообщения*. **2020**. Т.61. №2. С.51-56. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/20-61-2-51. [E.G. Zinovjeva, P.I. Fedorov, S.N. Smirnova, S.V. Jhitar, N.N. Yaschenko, S.A. Markova, E.I. Zazhivikhina. Definition of chemical indicators plant fodders of the Chuvash Republic. *Butlerov Communications*. **2020**. Vol.61. No.2. P.51-56. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/20-61-2-51 (Russian)]
- [17] Svetlana V. Zhitar, Natalia N. Yaschenko, Elena G. Zinovjeva, Ekaterina I. Zazhivikhina. Elemental analysis of blue-green algae of the Cheboksary reservoir. *Butlerov Communications C*. **2025**. Vol.11. No.3. Id.24. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-118/ROI-jbc-C/25-11-3-24
- [18] Житарь С.В., Ященко Н.Н., Зиновьева Е.Г., Заживихина Е.И. Элементный анализ сине-зеленых водорослей Чебоксарского водохранилища. *Бутлеровские сообщения C*. **2025**. Т.11. №3. Id.24. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-118/ROI-jbc-RC/25-11-3-24

The English version of the article have been published in the international edition of the journal

***Butlerov Communications C***  
***Advances in Biochemistry & Technologies***

The Reference Object Identifier – ROI: jbc-C/25-11-3-24

The Digital Object Identifier – DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-118/ROI-jbc-C/25-11-3-24

## Elemental analysis of blue-green algae of the Cheboksary reservoir

**Svetlana V. Zhitar,<sup>\*,†</sup> Natalia N. Yaschenko, Elena G. Zinovjeva, Ekaterina I. Zazhivikhina**

*General, Inorganic and Analytical Chemistry Department. Chuvash State University. Moscow Ave., 15. Cheboksary, 428015. Chuvash Republic. Russia. Phone: +7 (8352) 45-24-68. E-mail: svezhi@yandex.ru*

\*Supervising author; †Corresponding author

**Keywords:** blue-green algae, X-ray fluorescence analysis, elemental analysis, macroelements, microelements, Cheboksary Reservoir, Chuvashia Republic.

### Abstract

In this work, the elemental composition of blue-green algae of the Cheboksary Reservoir of the Chuvash Republic was determined for first time using X-ray fluorescence analysis. The presence of sixteen chemical elements (bromine, vanadium, iron, potassium, calcium, silicon, manganese, copper, sulfur, silver, strontium, titanium, rubidium, phosphorus, chlorine and zinc) was established and their ratio was determined. Statistical processing of the results was carried out for five parallel measurements of blue-green algae tablet samples at a confidence level of 0.95. The error in determination did not exceed 5%. Among the macroelements, potassium and calcium are in predominant quantities, and among the microelements, silicon occupies a leading position. In terms of content, macroelements found in blue-green algae of the Cheboksary Reservoir can be arranged in the following descending order: K > Ca > S > P. Microelements are represented in the descending order: Si > Fe > Mn > Zn > Cu > Sr. It should be noted that information on the elemental composition of blue-green algae in the peer-reviewed literature over the past decade is virtually absent.

Blue-green algae of the Cheboksary reservoir, due to the presence of a complex of useful macro- and microelements, can be recommended for use as a regional self-renewing inexpensive raw material in the production of organic fertilizers and feed additives for livestock and poultry farming. Regular monitoring of the elemental composition of blue-green algae in water bodies will allow timely assessment of water quality and the degree of human anthropogenic impact on water resources. The diversity of the macro- and microelement composition of algae will undoubtedly contribute to the further expansion of their practical application areas.