

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-01/25-83-9-124
Цифровой идентификатор объекта – DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-124
УДК 616.615.1-636. Поступила в редакцию 3 июля 2025 г.

Микроэлементный состав сапропеля озера Малый Тараскуль Тюменской области

© Сторожок^{1*} Надежда Михайловна, Цымбал¹ Ирина Николаевна,
Алежко-Ожевский² Юрий Петрович

¹ Кафедра химии. Тюменский медицинский университет. ул. Одесская, 52. г. Тюмень, 625026.
Тел.: +7 (3452) 22-62-00. E-mail: storozhoknm@tyumsmu.ru

² Лаборатория витаминов и минеральных веществ. ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности
пищи». Устьинский проезд, д.2/14. г. Москва, 109920. Тел.: +7 (495) 698-53-30.
E-mail: zhinskayanatalya@gmail.com

*Ведущий направление; *Поддерживающий переписку

Ключевые слова: сапропель, озеро Малый Тараскуль, г. Тюмень, гуминовые и фульвовые кислоты, микроэлементы.

Аннотация

В работе представлены данные атомно-абсорбционного исследования микроэлементов – металлов в сапропеле озера Малый Тараскуль (г. Тюмень) с использованием поляризующего эсмановского спектрофотометра модели 180-80 и аналитических программ фирмы Хитачи. Установлена уникальность микроэлементного состава исследуемого месторождения сапропеля. Было показано присутствие 18 микроэлементов, включая, железо (149 мг/кг), цинк (135 мг/кг), цезий (13 мг/кг), кальций (12.6 мг/кг), кобальт (12 мг/кг), никель (11 мг/кг), свинец (9.3 мг/кг), рубидий (8.1 мг/кг), магний (7.3 мг/кг), молибден (7.2 мг/кг), хром (4.6 мг/кг), медь (4.8 мг/кг), натрий (4.6 мг/кг), марганец (3.9 мг/кг), олово (3.5 мг/кг), литий (3.0 мг/кг), кадмий (0.14 мг/кг), калий (0.55 мг/кг). В сапропеле преобладают железо и цинк, количество которых на порядок превышает все другие элементы. В исследуемом сапропеле присутствуют все необходимые человеку элементы, происхождение которых связано с биотрансформацией живых организмов и планктона, некогда обитающих в водоёме. Присутствие рубидия, кобальта, лития, цезия, скорее всего, обусловлено нахождением этих элементов в воде. В сапропеле присутствуют также токсичные металлы (олово, свинец и кадмий), количество которых, однако, ниже, чем допускается в пищевых продуктах, например, в чае. Очевидно, что следы антропогенного загрязнения связаны с периодом неорганизованной эксплуатации месторождения, в условиях санатория дальнейшее загрязнение озера предотвращается.

Выходные данные для цитирования русскоязычной печатной версии статьи:

Сторожок Н.М., Цымбал И.Н., Алежко-Ожевский Ю.П. Микроэлементный состав сапропеля озера Малый Тараскуль Тюменской области. *Бутлеровские сообщения*. 2025. Т.83. №9. С.124-131.
DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-25

Выходные данные для цитирования русскоязычной электронной версии статьи:

Сторожок Н.М., Цымбал И.Н., Алежко-Ожевский Ю.П. Микроэлементный состав сапропеля озера Малый Тараскуль Тюменской области. *Бутлеровские сообщения* С. 2025. Т.11. №3. Id.25.
DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-124/ROI-jbc-RC/25-11-3-25

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

Nadezhda M. Storozhok, Irina N. Tsymbal, Yury P. Alezhko-Ozhevsky. Microelement composition of sapropel in lake Small Taraskul, Tyumen region. *Butlerov Communications* C. 2025. Vol.11. No.3. Id.25.
DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-124/ROI-jbc-C/25-11-3-25

Литература

- [1] Попов А.И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование. Под ред. Ермакова Е.И. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та. 2004. 248с. [A.I. Popov. Humic substances: properties, structure, formation. Ed. by E.I. Ermakov. St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg University. 2004. 248p. (Russian)]
 - [2] R. Sutton, G. Sposito. Molecular structure in soil substances: The new view. *Environment Science and Technology*. 2005. No.23. P.9009-9015.
 - [3] Агапов А.И. Специфические органические вещества лечебных грязей как источник пелоидопрепаратов гуминового ряда. *Автореферат диссертации д-ра биол. наук. Самара*. 1999.
- 124 _____ © Бутлеровские сообщения. 2025. Т.83. №9. _____ г. Казань. Республика Татарстан. Россия.

- МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ САПРОПЕЛЯ ОЗЕРА МАЛЫЙ ТАРАСКУЛЬ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ 124-131 46с. [A.I. Agapov. Specific organic substances of therapeutic muds as a source of peloidopreparations of the humic series. *Abstract of the PhD Thesis in Biological Sciences. Samara. 1999.* 46p. (Russian)]
- [4] Волков И.В. Реакции микроэлементов с гуминовыми кислотами как основа сорбционной дезактивации и очистки техногенных отходов. *Диссертация канд. хим. наук. Екатеринбург. 2016.* 164с. [I.V. Volkov. Reactions of trace elements with humic acids as a basis for sorption decontamination and purification of technogenic waste. *The PhD Thesis in Chemical Sciences. Yekaterinburg. 2016.* 164p. (Russian)]
- [5] Платонов В.В., Хадарцев А.А., Чуносков С.Н., Фридзон К.Я. Биологическое действие сапропеля. *Фундаментальные исследования. 2014.* №9-11. С.2474-2480. [V.V. Platonov, A.A. Khadartsev, S.N. Chunosov, K.Y. Fridzon. The biological effect of sapropel. *Fundamental Research. 2014.* P.2474-2480. DOI 10.12737/5935 (Russian)]
- [6] Аввакумова Н.П. Биохимические аспекты терапевтической эффективности гумусовых кислот лечебных грязей: монография. Самара: Перспектива: СамГМУ. **2002.** 124с. ISBN 5-900031-91-8. [N.P. Avvakumova. Biochemical Aspects of the Therapeutic Effectiveness of Humus Acids in Therapeutic Muds. *Samara: Perspektiva: SamSMU. 2002.* 124p. (Russian)]
- [7] Кирейчева Л.В., Хохлова О.Б. Сапропели: состав, свойства, применение. *Москва: Наука. 1998.* 62с. [L.V. Kireycheva, O.B. Khokhlova. Sapropels: Composition, Properties, and Application. *Moscow: Nauka. 1998.* 62p. (Russian)]
- [8] W. Zimmermann. Therapeutische Möglichkeiten der Moorb Bestandteilen. *Fortschr.Med. 1989.* Bd.107. No.23. P.24-28.
- [9] Яркова Т.А., Гюльмалиев А.М. Квантово-химический прогноз окислительно-восстановительных свойств гуминовых кислот. *Химия твердого топлива. 2020.* №1. С.49-54. DOI: 10.31857/S0023117720010119 [T.A. Yarkova, A.M. Gyulmaliev. Quantum-chemical prediction of the redox properties of humic acids. *Solid Fuel Chemistry. 2020.* No.1. P.49-54. DOI: 10.31857/S0023117720010119 (Russian)]
- [10] Яркова Т.А., Гюльмалиев А.М. Теоретические аспекты антиоксидантных свойств гуминовых кислот. *Химия твердого топлива. 2021.* №4 С.34-41. DOI: 10.31857/S0023117721040095 [T.A. Yarkova, A.M. Gyulmaliev. Theoretical aspects of the antioxidant properties of humic acids. *Solid Fuel Chemistry. 2021.* No.4. P.34-41. DOI: 10.31857/S0023117721040095 (Russian)]
- [11] Аввакумова Н.П., Герчиков А.Я., Хайруллина В.Р., Жданова А.В. Антиоксидантные свойства гуминовых веществ пелоидов. *Химико-фармацевтический журнал. 2011.* №3. С.50-51. [N.P. Avvakumova, A.Ya. Gercikov, V.R. Khairullina, A.V. Zhdanova. Antioxidant properties of humic substances in peloids. *Pharmaceutical Chemistry Journal. 2011.* No.3. P.50-51. (Russian)]
- [12] Бережной В.С., Смирнова О.В., Ефимова И.В., Хилько С.Л. Определение антиоксидантной и антирадикальной активности низкотемпературных фракций гуминовых веществ. *Вестник Новгородского университета. 2013.* №73. Т.2. С.68-71. [V.S. Berezhnoy, O.V. Smirnova, I.V. Efimova, S.L. Khilko. Determination of the antioxidant and antiradical activity of low-temperature fractions of humic substances. *Vestnik of Novgorod University. 2013.* No.73. Vol.2. P.68-71. (Russian)]
- [13] Жданова А.В. Изучение структурных компонентов и физико-химических свойств гуминовых веществ низкоминерализованных иловых сульфидных грязей как источника антиоксидантных лекарственных средств. *Автореферат диссертации канд. фармацевт. наук. Самара. 2021.* 24с. [A.V. Zhdanova. Study of structural components and physicochemical properties of humic substances from low-mineralized sulfide muds as a source of antioxidant drugs. *Abstract of the PhD Thesis in Pharmaceutical Sciences. Samara. 2021.* 24p. (Russian)]
- [14] Ноздрунова А.А. Антиоксидантное и ранозаживляющее действие жидких продуктов термической переработки сапропелей. *Автореферат диссертации канд. биол. наук. Нижний Новгород. 2009.* 23с. [A.A. Nozdrunova. Antioxidant and wound-healing effect of liquid products of thermal processing of sapropels. *Abstract of the PhD Thesis in Biological Sciences. Nizhny Novgorod. 2009.* 23p. (Russian)]
- [15] N.C. Rodríguez, E.C. Urrutia, B.H. Gertrudis, J.P. Chaverri, G.B. Mejía. Antioxidant activity of fulvic acid: A living matter-derived bioactive compound. *Journal of Food Agriculture and Environment. 2011.* No 9(3). P.123-127.
- [16] Бендерский Н.С., Куделина О.М., Ганцгорн Е.В., Сафроненко А.В. Фульвовая кислота – биологически активная добавка или лекарство? *Кубанский научный медицинский вестник. 2020.* 27(3). С.78-91. [S. Nikita Benderskiy, Oksana M. Kudelina, Elena V. Gantsgorn, Andrey V. Safronenko Fulvic acid: an active food additive or medication? *Kuban Scientific Medical Bulletin. 2020.* P.78-91. DOI: 10.25207/1608-6228-2020-27-3-78 (Russian)]
- [17] Ермагамбет Б.Т., Кухар Е.В., Нургалиев Н.У., Касенова Ж.М., Зикирина А.М. Эффективное применение гуминовых препаратов (на основе гуматов) в животноводстве и ветеринарии. *Достижения науки и образования. 2016.* С.16-19. [B.T. Yermagambet, E.V. Kukhareva, N.U. Nurgaliyev,

- Полная исследовательская публикация** _____ Сторожок Н.М., Цымбал И.Н., Алежко-Ожевский Ю.П. Zh.M. Kasenova, A.M. Zikirina. Effective use of humic preparations (based on humates) in animal husbandry and veterinary medicine. *Achievements of Science and Education*. **2016**. P.16-19. (Russian)]
- [18] Ö.S. Aslantürk, T.A. Çelik, Y.M. Sönmez. Investigation of Antioxidant and In Vitro Wound Healing Activity of Fulvic Acid. *Journal of the Institute of Science and Technology*. **2019**. No 9(3). P.1316-1326. DOI: 10.21597/jist.509971
- [19] W.S. Huang, J.T. Yang, C.C. Lu, S.F. Chang., C.N. Chen, Y.P. Su, K.C. Lee. Fulvic Acid Attenuates Resistin-Induced Adhesion of HCT-116 Colorectal Cancer Cells to Endothelial Cells. *Int. J. Mol. Sci.* **2015**. No.16(12). P.29370-29382. DOI: 10.3390/ijms16122617
- [20] R.G.P.T. Jayasooriya, M.G. Dilshara, C.H. Kang, S. Lee, Y.H. Choi, Y.K. Jeong, G.Y. Kim. Fulvic acid promotes extracellular anti-cancer mediators from RAW 264.7 cells, causing to cancer cell death *in vitro*. *Int. Immunopharmacol.* **2016**. No.36. P.241-248. DOI: 10.1016/j.intimp.2016.04.029
- [21] K. Pant, A. Gupta., P. Gupta., A. Ashraf, A. Yadav, S. Venugopal. Antiproliferative and anticancer properties of fulvic acid on hepatic cancer cells. *Journal of Clinical and Experimental Hepatology*. **2015**. 5:S2. DOI: 10.1016/j.jceh.2015.07.005
- [22] C.S. Jeong, O.N. Klubachuk., B.S. Kwon Characterization and biological activities of humic substances from mumie. *J. Agric. Food. Chem.* **2003**. No.51(18). P.5245-5254. DOI: 10.1021/jf021101e
- [23] H. Kinoshita, M. Kinoshita, A. Takahashi, S. Yuasa, K. Fukuda. Effect of fulvic acid on ultraviolet induced skin aging: The effect of fulvic acid on fibroblasts and matrix metalloproteinase. *Nishinohon Journal of Dermatology*. **2012**. No.74(4). P.427-431. DOI: 10.2336/nishinohonhifu.74.427
- [24] Аввакумова Н.П., Кривопалова М.А., Фомин И.В., Жданова А.В. Некоторые особенности функционально-группового состава гумусовых кислот пелоидов. *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. **2010**. №1. С.24-28. [N.P. Avvakumova, M.A. Krivopalova, I.V. Fomin, A.V. Zhdanova Some features of functional group structure of humus acids of peloids. *Issues of Biological, Medical, and Pharmaceutical Chemistry*. **2010**. No.1. P.24-28. (Russian)]
- [25] Кривопалова М.А., Аввакумова Н.П., Жданова А.В. Гумусовые кислоты пелоидов как перспективные адсорбционные средства. *Национальная Ассоциация Ученых*. **2015**. 9-4(14). С.56-57. [M.A. Krivopalova, N.P. Avvakumova, A.V. Zhdanova. Humic acids of peloids as promising adsorbents. *National Association of Scientists*. **2015**. No.9-4(14). P.56-57p. (Russian)]
- [26] Медико-биологические требования к санитарным нормам качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. № 5061-89 от 01.08.1989. *МЗ СССР. Москва*. **1989**. 186с. [Medical and biological requirements for sanitary standards of food raw materials and food products. No.5061-89 dated 01.08.1989. *Ministry of Health of the USSR. Moscow*. **1989**. 186p. (Russian)]
- [27] Кукушкин Ю.Н. Химические элементы в организме человека. *Соросовский образовательный журнал*. **1998**. №5. С.54-59. [Yu.N. Kukushkin. Chemical elements in the human body. *Soros Educational Journal*. **1998**. No.5. P.54-59. (Russian)]
- [28] Атомно-абсорбционный метод определения содержания натрия, калия, кальция, магния, железа, марганца, меди, цинка, свинца, кадмия, кобальта, никеля, хрома. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. *Руководство Р 4.1.1672-03. Минздрав России. Москва*. **2004**. С.85-87. [Atomic absorption method for determining the content of sodium, potassium, calcium, magnesium, iron, manganese, copper, zinc, lead, cadmium, cobalt, nickel, and chromium. Guidelines for quality control and safety of biologically active food additives. *Guidelines R 4.1.1672-03. Ministry of Health of the Russian Federation. Moscow*. **2004**. P.85-87. (Russian)].
- [29] Nadezhda M., Storozhok, Irina N. Tsymbal, Yury P. Alezhko-Ozhevsky. Microelement composition of sapropel in lake Small Taraskul, Tyumen region. *Butlerov Communications C*. **2025**. Vol.11. No.3. Id.25. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-124/ROI-jbc-C/25-11-3-25]
- [30] Сторожок Н.М., Цымбал И.Н., Алежко-Ожевский Ю.П. Микроэлементный состав сапропеля озера Малый Тараскуль Тюменской области. *Бутлеровские сообщения C*. **2025**. Т.11. №3. Id.25. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-124/ROI-jbc-RC/25-11-3-25

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/25-11-3-25

The Digital Object Identifier – DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-9-124/ROI-jbc-C/25-11-3-25

**Microelement composition of sapropel
in lake Small Taraskul, Tyumen region**

Nadezhda M. Storozhok,^{1*} Irina N. Tsymbal,¹ Yury P. Alezhko-Ozhevsky²

¹ Department of Chemistry. Tyumen Medical University. Odesskaya St., 52. Tyumen, 625026.

Phone: +7 (3452) 22-62-00. E-mail: storozhoknm@tyumsmu.ru

² Laboratory of Vitamins and Minerals. Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology, and Food Safety. Ustinsky Proezd, 2/14. Moscow, 109920. Phone: +7 (495) 698-53-30.

E-mail: zhinskayanatalya@gmail.com

*Supervising author; *Corresponding author

Keywords: sapropel, lake Small Taraskul, Tyumen, humic and fulvic acids, microelements.

Abstract

The paper presents data from an atomic absorption study of microelements – metals in the sapropel of Lake Maly Taraskul (Tyumen) using a polarizing Esman spectrophotometer model 180-80 and analytical programs from Hitachi. The uniqueness of the microelement composition of the studied sapropel deposit is established. The presence of 18 microelements was shown, including iron (149 mg/kg), zinc (135 mg/kg), cesium (13 mg/kg), calcium (12.6 mg/kg), cobalt (12 mg/kg), nickel (11 mg/kg), lead (9.3 mg/kg), rubidium (8.1 mg/kg), magnesium (7.3 mg/kg), molybdenum (7.2 mg/kg), chromium (4.6 mg/kg), copper (4.8 mg/kg), sodium (4.6 mg/kg), manganese (3.9 mg/kg), tin (3.5 mg/kg), lithium (3.0 mg/kg), cadmium (0.14 mg/kg), potassium (0.55 mg/kg). Iron and zinc predominate in sapropel, the amount of which is an order of magnitude greater than all other elements. The studied sapropel contains all the elements necessary for humans, the origin of which is associated with the biotransformation of living organisms and plankton that once inhabited the reservoir. The presence of rubidium, cobalt, lithium, cesium is most likely due to the presence of these elements in the water. The sapropel also contains toxic metals (tin, lead and cadmium), the amount of which, however, is lower than that allowed in food products, for example, in tea. It is obvious that traces of anthropogenic pollution are associated with the period of unorganized exploitation of the deposit; in the conditions of the sanatorium, further pollution of the lake is prevented.