

Diatoms of surface bottom sediments of lakes in Mongolia



Popova D.N.^{1*}, Pestryakova L.A.¹, Levina S.N.¹, Rydaya N.A.²

¹M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, Belinskogo Str., 58, Yakutsk, 677000, Russia

²Institute of Archeology and Ethnography SB RAS, Academician Lavrentiev Ave., 17, Novosibirsk 630090 Russia

ABSTRACT. This paper presents data on lake sediments that were selected from 5 lakes in Mongolia (10 points); the lakes are located at different absolute elevations above sea level. The purpose of this work is to study diatoms from surface bottom sediments (0-2 cm). In addition, the morphometric and physicochemical characteristics of the water in these lakes were studied. The water of the studied lakes was mainly ultra-fresh (40% of the lakes), the remaining 60% had fresh, slightly fresh and salt water (20% each). Such morphometric parameters as the area of the water surface, the length and width of the lake, the average width, the maximum depth and others were studied. As a result of studying the composition of diatoms, 111 species were identified that belong to 3 classes of *Bacillariophyta*. In terms of the number of species discovered, Lake Boon-Tsagan-Nuur turned out to be the richest. 10 species are classified as dominants, among them *Staurosira venter* can be distinguished; among the common species, *Pseudostaurosira brevistriata* stands out, which is dominant and subdominant in 5 samples; *Stephanocyclus meneghinianus*, *Lindavia radiosa* - dominants and subdominants in 4 samples. The diatom flora of the studied reservoirs shows that bottom forms predominate in the lakes.

Keywords: bottom sediments, diatoms, Mongolia, lake, diatom analysis

For citation: Popova D.N., Pestryakova L.A., Levina S.N., Rydaya N.A. Diatoms of surface bottom sediments of lakes in Mongolia // Limnology and Freshwater Biology. 2024. - № 4. - P. 528-533. DOI: 10.31951/2658-3518-2024-A-4-528

1. Introduction

Thanks to its unique physical and geographical position, the landscapes of Mongolia are very diverse and unique. Here you can see high mountains covered with ice, large freshwater and saltwater lakes, spacious plains, deserts and large rivers (Orkhonselenge et al., 2022). Therefore, this area is of great interest for studying biodiversity and natural conditions.

Not many studies have been devoted to the study of bottom sediments in Mongolia, so the use of paleolimnological methods such as diatom analysis allows us to understand how lake ecosystems developed in the past, therefore, the study of the modern composition of diatoms serves as the basis for reconstructing the paleolimnological conditions of lakes.

Research on diatoms in Mongolian lakes dates back to the 20th century (Dorofeyuk and Tsetsegmaa, 2002). The book by N.I. Dorofeyuk and D. Tsetsegmaa (2002) fully describes the taxonomy of the algal flora of Mongolia. They recorded 1574 species and varieties

of algae, of which the greatest taxonomic diversity is the diatom division (*Bacillariophyta*). One of the large-scale works is the research of Metzeltin et al. (2009). They studied mainly in the Khentei region and covered approximately 615 taxa, 65 taxa (64 from Mongolia) described as new to science.

2. Materials and methods

The materials for this work were collected as part of the «PaleoAltai» expedition in the lakes of the Mongolian Altai. The object of our study is the diatoms of 5 lakes located in the western and southern parts of Mongolia, mainly in mountainous areas (Fig. 1).

The height above sea level varies from 1310 (Boon-Tsagan-Nuur) to 2670 m Lake Khuiten-Nuur. The main features of the climate of Mongolia boil down to the following: sharp continentality, changes in the climatic regime within a small area as a result of changes in orographic and hypsometric conditions, significant dry air and low amounts of precipitation, cold and long

*Corresponding author.

E-mail address: diananp-92@mail.ru (D.N. Popova)

Received: June 06, 2024; **Accepted:** July 08, 2024;

Available online: August 26, 2024

© Author(s) 2024. This work is distributed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.



winters (Murzaev, 1952).

Technical processing of samples and preparation of permanent preparations for diatom analysis were carried out according to standard methods (Diatom analysis, 1949; Davydova, 1985; Pestryakova, 2016, etc.). When identifying diatoms, both domestic and foreign systematic and floristic reports were used (Krammer, 1986; Barinova et al., 2006; Genkal, 2013, etc.).

3. Results and discussion

In terms of water surface area, most of the studied lakes are small (from 4,14 km² Tigil-Nuur to 4,18 km² Tuvshin-Nuur). The maximum depth ranges from 0,5 m (Tuvshin-Nuur) to 16 m (Boon-Tsagan-Nuur). In terms of percentage, most lakes belong to reservoirs with average depth (60%). The studied water bodies are fresh in terms of the degree of mineralization (up to 1000 mg/l). The exception is Lake Boon-Tsagan-Nuur with a salinity of 9015,4 mg/l or has brackish water. In terms of hydrogen index (pH), the indicators vary from 8,4 to 9,5, all lakes have an alkaline environment, except for Lake Tigil-Nuur, where the water has a slightly alkaline environment. The hardness of lake water varies widely from “very soft” to “very hard” waters (Boon-Tsagan-Nuur-5 and Tuvshin-Nuur).

In the taxonomic composition, the families *Naviculaceae*, *Bacillariaceae*, *Staurosiraceae*, which include 4 genera each, are distinguished by the most numerous generic saturation. The list of genera with the greatest diversity includes the genus *Navicula* (9 species). In terms of the number of recorded species, Lake Boon-Tsagan-Nuur turned out to be the richest (4 points), including 62 species, with Khuiten-Nuur in second place - 37. 10 species are classified as dominants (abundance in the flora more than 10%); highlight *Staurosira venter*, which is dominant in 6 samples out of 10, reaching 86,6% in the flora of Tal-Nuur-3. Also among the mass species, we highlight the species *Pseudostaurosira brevistriata*, which is dominant and subdominant in 5 samples, reaching 14,4% of the flora in Lake Boon-Tsagan-Nuur-2, *Stephanocyclus meneghinianus*, *Lindavia radiosa* - dominants and subdominants in 4 samples. The concentration of diatom valves, calculated in one gram of sediment in the studied lakes, ranged from 0,2 (Boon-Tsagan-Nuur-2) to 148,9 million/g (Tal-Nuur-3). High concentrations of valves were noted in lakes Tigil-Nuur, Tal-Nuur, Khuiten-Nuur; in all lakes, the concentration of valves was influenced by the number of *Staurosira venter*, the amount of which in the noted lakes reaches 87% of the total number of valves. The diatom flora of the studied reservoirs shows that bottom forms predominate in the lakes (59%). In relation to salinity, most species are indifferent, typically freshwater (55%). In relation to the hydrogen index (pH) there are diatoms for 82.2% of the flora with a predominance of alkaliphiles (47.7%). In terms of preference for temperature conditions, the number of species in the flora was dominated almost equally by cosmopolitan and boreal species, 44.1 and 36%, respectively.

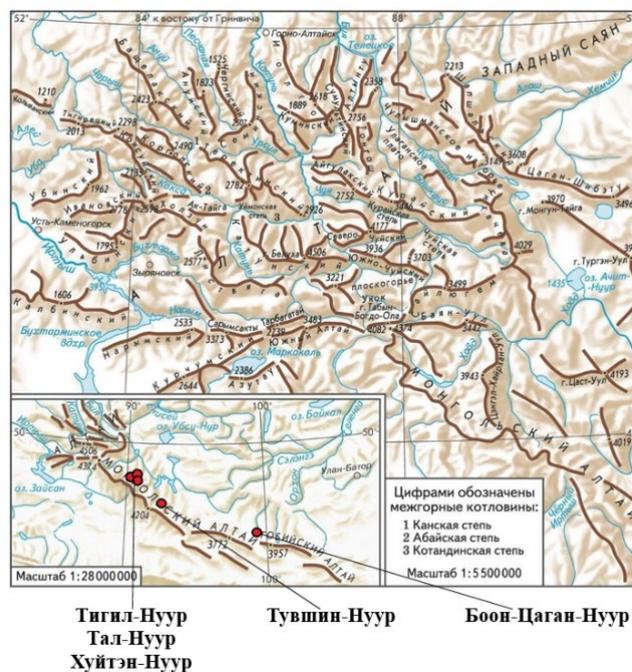


Fig.1. Orography scheme of the Altai mountain system according to Bulanov (2005) and the location of lakes in the Mongolian Altai

4. Conclusions

The research results allow us to draw the following generalizations and conclusions:

The diatom flora of the studied lakes, which represent an important group of environmental indicators, includes 111 species, most of the taxa are represented by the class *Bacillariophyceae*; In the taxonomic composition, the families *Naviculaceae*, *Bacillariaceae*, *Staurosiraceae* are distinguished by the most numerous generic saturation; In terms of the number of recorded species, Lake Boon-Tsagan-Nuur turned out to be the richest; 10 species are classified as dominants, among them *Staurosira venter*; Among the common species, *Pseudostaurosira brevistriata*, *Stephanocyclus meneghinianus*, and *Lindavia radiosa* stand out. The diatom flora of the studied reservoirs shows that bottom forms predominate in the lakes; In relation to salinity, most species are indifferent, typically freshwater; In relation to the pH value, alkaliphiles predominate; In terms of preference for temperature conditions, the number of species in the flora was dominated almost equally by cosmopolitan and boreal species.

5. Acknowledgments

The work was supported by the Russian Science Foundation, project 20-17-00110 “Changes in climate and biodiversity of the Altai mountainous country in the Holocene (based on the results of a comprehensive study of high-resolution paleo-records from bottom sediments of lakes)” and according to the project part of the state assignment in the field of scientific activity of the Ministry of Science and higher education of the Russian Federation on the instructions of FSRG-2023-0027.

Conflict of interests

The authors declare no conflicts of interest.

References

- Krammer K. 1986. Bacillariophyceae. Teil 1: Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa.
- Metzeltin D., Lange-Bertalot H., Soninkhishig N. 2009. Diatoms in Mongolia. *Iconographia Diatomologica* 20: 1–686.
- Orkhonselenge A., Uuganzaya M., Davaagatan T. 2022. Lakes of Mongolia. Geomorphology, Geochemistry and Paleoclimatology..Syntheses in Limnogeology.
- Barinova S.S., Medvedeva L.A., Anisimova O.V. 2006. Biodiversity of environmental indicator algae. Pilies Studio, Tel Aviv.
- Bulanov S.A. 2005. Altai. Great Russian Encyclopedia 1. Moscow.
- Genkal S.I. 2013. Morphometric variability, taxonomy and distribution of *Cyclotella Bodanica* Eulenstein (Bacillariophyto) in Russia / S. I. Genkal, E. Yu. Mitrofanova, M. S. Kulikovskiy. Moscow: Science: 3.
- Davydova N.N. 1985. Diatoms are indicators of the ecological conditions of water bodies in the Holocene.
- Diatom analysis. 1949. L.: Gosgeolizdat, Book 1.
- Dorofeyuk N.I., Tsetsegmaa D. 2002. Abstract of the algal flora of Mongolia. In: Ulziyhutag P.D. (Ed.) Gunin. Biological resources and natural conditions of Mongolia: Proceedings of the Joint Russian-Mongolian complex of biological expeditions, 42. M.: Nauka.
- Murzaev E. M. 1952. Mongolian People's Republic: Physical and geographical description. (2nd ed.). M.: Geographgiz.
- Pestryakova L.A. 2016. Paleoeology. Methodological foundations of paleoecology: educational manual. Yakutsk: Publishing house of the North-Eastern Federal University.

Диатомовые водоросли поверхностных донных отложений озер Монголии

Краткое сообщение

LIMNOLOGY
FRESHWATER
BIOLOGYПопова Д.Н.^{1*}, Пестрякова Л.А.¹, Левина С.Н.¹, Рудая Н.А.²¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова», ул. Беллинского, 58, Якутск, 677000, Россия² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт археологии и этнографии Сибирского отделения Российской академии наук, пр. Академика Лаврентьева, 17, Новосибирск, 630090, Россия

АННОТАЦИЯ. В настоящей работе приведены данные по озерным отложениям, которые были отобраны из 5 озер Монголии (10 точек), озера располагаются на различных абсолютных отметках над уровнем моря. Целью данной работы является изучение диатомовых водорослей из поверхностных донных отложений (0-2 см). Помимо этого, были изучены морфометрические и физико-химические характеристики воды данных озер. Вода исследуемых озер, в основном, ультрапресная (40% озер), остальные 60 % имели пресную, слабопресную и соленую воду (по 20% соответственно). Были исследованы такие морфометрические параметры как площадь водного зеркала, длина и ширина озера, средняя ширина, максимальная глубина и другие. В результате изучения состава диатомовых водорослей было выявлено 111 видов, которые относятся к 3 классам *Bacillariophyta*. По количеству обнаруженных видов наиболее богатым оказалось озеро Боон-Цаган-Нуур. К числу доминантов отнесены 10 видов, среди них можно выделить *Staurosira venter*, среди массовых видов выделяются *Pseudostaurosira brevistriata*, который является доминантом и субдоминантом в 5 пробах, *Stephanocyclus meneghinianus*, *Lindavia radiosa* – доминанты и субдоминанты в 4 пробах. Диатомовая флора исследованных водоемов показывает, что в озерах преобладают донные формы.

Ключевые слова: донные отложения, диатомовые водоросли, Монголия, озеро, диатомовый анализ

Для цитирования: Попова Д.Н., Пестрякова Л.А., Левина С.Н., Рудая Н.А. Диатомовые водоросли поверхностных донных отложений озер Монголии // Limnology and Freshwater Biology. 2024. - № 4. - С. 528-533. DOI: 10.31951/2658-3518-2024-A-4-528

1. Введение

Благодаря, своему уникальному физико-географическому положению, ландшафты Монголии отличаются большим разнообразием и неповторимостью. Здесь можно увидеть высокие горы, покрытые льдом, большие пресноводные и соленые озера, просторные равнины, пустыни и крупные реки (Orkhonselenge et al., 2022). Поэтому, данная территория представляет большой интерес для изучения биоразнообразия и природных условий.

Не так много исследований посвящено изучению донных отложений Монголии, поэтому применение палеолимнологических методов таких как диатомовый анализ позволяет нам понять, как развивались озерные экосистемы в прошлом, следова-

тельно, изучение современного состава диатомовых водорослей выступает базой для реконструкции палеолимнологических условий озер.

Исследования диатомовых водорослей в монгольских озерах берет свое начало еще XX в. (Дорофеюк и Цэцэгмаа, 2002).

В книге Н.И. Дорофеюк, Д. Цэцэгмаа (2002) полно описана систематика альгофлоры Монголии. Они зарегистрировали 1574 вида и разновидностей водорослей, из них наибольшим таксономическим разнообразием является отдел диатомовых водорослей (*Bacillariophyta*). Одной из широкомасштабных работ является исследование Metzeltin et al. (2009). Они исследовали в основном в районе Хентэя и охватывают примерно 615 таксонов, 65 таксонов (64 из Монголии) описаны как новые для науки.

*Автор для переписки.

Адрес e-mail: diananp-92@mail.ru (Д.Н. Попова)

Поступила: 06 июня 2024; Принята: 08 июля 2024;

Опубликована online: 26 августа 2024

© Автор(ы) 2024. Эта работа распространяется под международной лицензией Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0.



2. Материалы и методы

Материалы для данной работы были собраны в рамках экспедиции «PaleoAltai» в озерах монгольского Алтая. Объектом нашего исследования являются диатомовые водоросли 5 озер, расположенных в западной и южной частях Монголии, преимущественно в горной местности (Рис. 1).

Высота над уровнем моря варьирует от 1310 (Боон-Цаган-Нуур) до 2670 м озеро Хуйтэн-Нуур. Основные черты климата Монголии сводятся к следующему: резкая континентальность, изменение климатического режима в пределах небольшой территории в результате изменения орографических и гипсометрических условий, значительная сухость воздуха и малое количество атмосферных осадков, холодная и длительная зима (Мурзаев, 1952).

Техническая обработка проб и приготовление постоянных препаратов на диатомовый анализ выполнялись по стандартной методике (Диатомовый анализ, 1949; Давыдова, 1985; Пестрякова, 2016 и др.). При выявлении диатомей использовались как отечественные, так и зарубежные систематические и флористические сводки (Krammer, 1986; Баринаева и др., 2006; Генкал, 2013 и др.).

3. Результаты и их обсуждение

По площади водного зеркала большинство исследованных озер относится к малым (от 4,14 км² Тигил-Нуур до 4,18 км² Тувшин-Нуур). По максимальной глубине значения от 0,5 м (Тувшин-Нуур) до 16 м (Боон-Цаган-Нуур). По процентному соотношению большинство озер относится к водоемам со средней глубиной (60%). Изученные водоемы по степени минерализации являются пресными (до 1000 мг/л). Исключение составляет озеро Боон-Цаган-Нуур с минерализацией 9015,4 мг/л или имеет солоноватую воду. По водородному показателю (рН) показатели варьируют от 8,4 до 9,5, все озера имеют щелочную среду, кроме озера Тигил-Нуур, где вода имеет слабощелочную среду. Жесткость озерной воды меняется в широких пределах от «очень мягких» до «сильно жестких» вод (Боон-Цаган-Нуур-5 и Тувшин-Нуур).

В таксономическом составе наиболее многочисленным родовым насыщением отличаются семейства *Naviculaceae*, *Bacillariaceae*, *Staurosiraceae* включающие по 4 рода. Список родов по наибольшему разнообразию включает род *Navicula* (9 видов). По количеству зафиксированных видов наиболее богатым оказался озеро Боон-Цаган-Нуур (4 точки), включающее 62 вида, на втором месте – Хуйтэн-Нуур – 37. К числу доминантов (обилие во флоре более 10%) отнесены 10 видов, среди них можно выделить *Staurosira venter*, который является доминантом в 6 пробах из 10, достигая 86,6 % во флоре Тал-Нуур-3. Так же среди массовых видов выделим виды *Pseudostaurosira brevistriata*, который является доминантом и субдоминантом в 5 пробах, достигая 14,4 % флоры в озере Боон-Цаган-Нуур-2, *Stephanocyclus meneghinianus*, *Lindavia radiosa* – доми-

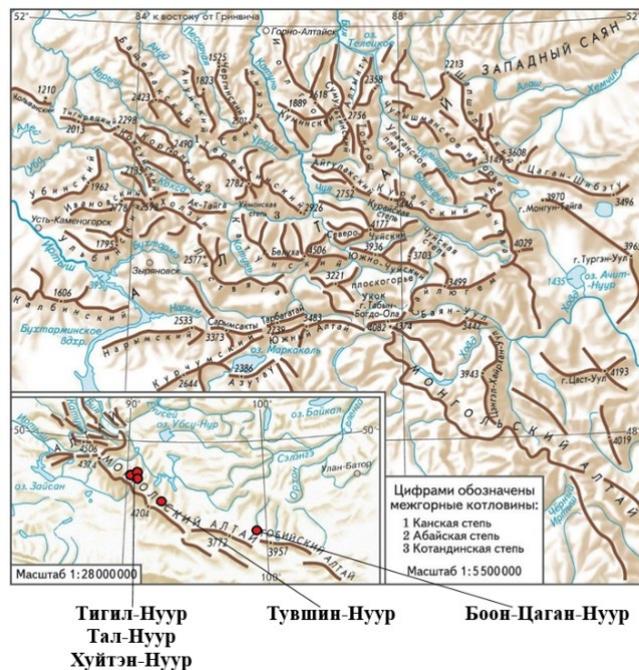


Рис.1. Схема орографии Алтайской горной системы по Буланову (2005) и расположение озер в монгольском Алтае

нанты и субдоминанты в 4 пробах. Концентрация створок диатомей, рассчитанная в одном грамме осадка в изученных озерах, колебалась от 0,2 (Боон-Цаган-Нуур-2) до 148,9 млн/г (Тал-Нуур-3). Высокие значения концентрации створок отмечены в озерах Тигил-Нуур, Тал-Нуур, Хуйтэн-Нуур, во всех озерах на концентрацию створок влияло количество *Staurosira venter*, количество которого в отмеченных озерах доходит до 87 % от общего числа створок. Диатомовая флора исследованных водоемов показывает, что в озерах преобладают донные формы (59%). По отношению к солености большинство видов индифферентны, типично пресноводные (55%). По отношению к водородному показателю (рН) имеются для 82,2 % флоры диатомей с преобладанием алкалифилов (47,7 %). По предпочтению к температурным условиям по количеству видов во флоре преобладали почти в равной мере космополитные и бореальные виды по 44,1 и 36 % соответственно.

4. Заключение

Результаты исследований позволяют сделать следующие обобщения и выводы:

Диатомовая флора изученных озер, представляющих собой важную группу индикаторов состояния окружающей среды, включает 111 видов, большинство таксонов представлены классом *Bacillariophyceae*; В таксономическом составе наиболее многочисленным родовым насыщением отличаются семейства *Naviculaceae*, *Bacillariaceae*, *Staurosiraceae*; По количеству зафиксированных видов наиболее богатым оказался озеро Боон-Цаган-Нуур; К числу доминантов отнесены 10 видов, среди них можно выделить *Staurosira venter*; Среди массовых видов выделяются *Pseudostaurosira*

brevistriata, *Stephanocyclus meneghinianus*, *Lindavia radiosa*. Диатомовая флора исследованных водоемов показывает, что в озерах преобладают донные формы; По отношению к солености большинство видов индифферентны, типично пресноводные; По отношению к водородному показателю (pH) преобладают алкалофилы; По предпочтению к температурным условиям по количеству видов во флоре преобладали почти в равной мере космополитные и бореальные виды.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект 20-17-00110 «Изменения климата и биоразнообразия Алтайской горной страны в голоцене (по результатам комплексного изучения высокоразрешающих палеозаписей из донных отложений озер)» и по проектной части государственного задания в сфере научной деятельности Министерства науки и высшего образования РФ по заданию FSRG-2023-0027.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

- Барина С.С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. 2006. Биологическое разнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Pilies Studio, Tel Aviv.
- Буланов С.А. 2005. АЛТАЙ. Большая российская энциклопедия. Том 1. Москва.
- Генкал С.И. 2013. Морфометрическая изменчивость, таксономия и распространение *Cyclotella Bodanica* Eulenstein (Bacillariophyta) в России. М.: Наука.
- Давыдова Н.Н. 1985. Диатомовые водоросли – индикаторы экологических условий водоемов в голоцене. Л. Наука.
- Диатомовый анализ. 1949. Л., Госгеолгиздат.
- Дорофеюк Н.И., Цэцэгмаа Д. 2002. Конспект флоры водорослей Монголии. Биологические ресурсы и природные условия Монголии: Труды Совм. Рос.-Монг. компл. биол. экспедиции.
- Мурзаев Э. М. 1952. Монгольская Народная Республика: Физико-географическое описание. М.: Географгиз.
- Пестрякова Л.А. 2016. Палеоэкология. Методологические основы палеоэкологии : учебно-методическое пособие. Якутск: Издательский дом Северо-Восточного федерального университета.
- Krammer K. 1986. Bacillariophyceae. Teil 1: Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa.
- Metzeltin D., Lange-Bertalot H., Soninkhishig N. 2009. Diatoms in Mongolia. *Iconographia Diatomologica* 20: 1–686.
- Orkhonselenge A., Uuganzaya M., Davaagatan T. 2022. Lakes of Mongolia. *Geomorphology, Geochemistry and Paleoclimatology. Syntheses in Limnogeology*.