

География

УДК 574.583

ГЕТЕРОТРОФНЫЙ БАКТЕРИОПЛАНКТОН ОЗЕРА ВИШТЫНЕЦКОЕ
КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В ЛЕТНИЙ СЕЗОН 2024 ГОДА

А. И. МОИСЕЕВА *, Е. В. АВДЕЕВА **

*Калининградский государственный технический университет,
Калининград, Россия*

В статье определяли численность, таксономический состав и степень сходства сообществ гетеротрофного бактериопланктона в Виштынецком озере Калининградской области. Анализ исследуемых показателей гетеротрофного бактериопланктона пресного водоема позволил выявить различия в его составе. Нами было выявлено, что количественные показатели бактериопланктона изменялись в незначительных пределах от $0,1 \cdot 10^3$ КОЕ/мл до $0,4 \cdot 10^3$ КОЕ/мл. Численность бактериопланктона возрастила в центральной и южной частях водоема. В результате сравнения сходства сообществ бактериопланктона с помощью коэффициента Чекановского в выделенных зонах выявлен высокий процент сходства между всеми исследуемыми сообществами – более 50%. Распределение бактериопланктона данного водоема имеет численную неоднородность и различный качественный состав.

<https://doi.org/10.46991/PYSUC.2025.59.2.420>

Keywords: Lake Vishtynetskoe, bacterioplankton, taxonomic composition.

Введение. Трофический статус водоема зависит от характера донных отложений, морфометрии озерной котловины, гидрохимического режима, структуры и биогенной нагрузки на водосборную территорию. В озерах разного типа формируется специфическое бактериальное сообщество, определяемое условиями данного водоема [1]. Любая популяция подвержена влиянию не только трофических взаимоотношений внутри сообщества, к которому эта популяция принадлежит, но также и влиянию факторов внешней среды [2]. Модельным водоемом в рамках нашего исследования было выбрано Виштынецкое озеро, которое входит в Виштынецкую группу озер и расположено на юго-востоке Калининградской области. Озеро имеет ледниковое происхождение, “рельеф дна – сложный, чаша озера поперечным порогом разделена на две обширных котловины: северную и южную” [3]. Виштынецкое озеро по гидрохимическим показателям – это олиготрофный водоем с некоторыми чертами мезотрофности в прибрежных частях [4]. В данном водоеме были

* E-mail: nastya.m.1234@mail.ru

** E-mail: elena.avdeeva@klgtu.ru

определенны численность, таксономический состав, степень сходства гетеротрофного бактериопланктона.

Цель исследования заключалась в изучении видового состава гетеротрофных бактерий, принимающих участие в трансформации органических веществ.

Материалы и методы. Материалом для исследований послужили пробы воды из Виштынецкого озера. Сбор материала проводили в летний сезон 2024 г. на пяти станциях (рис. 1). Пробы воды для микробиологического анализа отбирали в толще воды при помощи батометра.

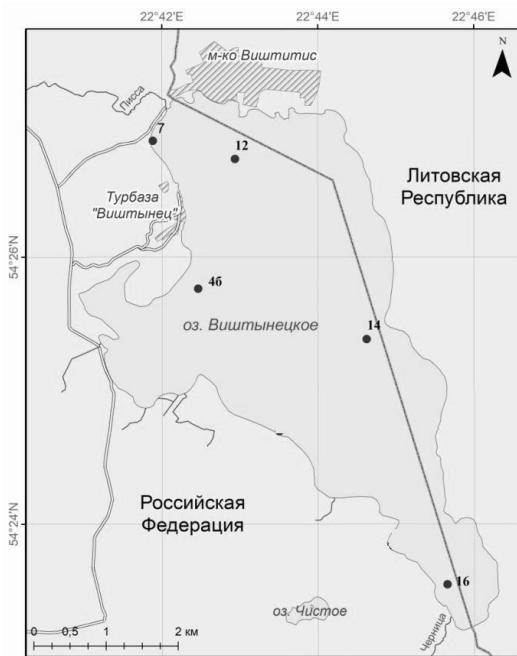


Рис. 1. Схема расположения станций отбора проб в оз. Виштынецкое.

Выделено и изучено 411 штаммов бактерий. Для исследования состава сапрофитных бактерий был использован рыбопептонный агар [5]. Для учета и выявления грамотрицательных микроорганизмов применялись соответствующие элективные питательные среды [6, 7].

Для количественной оценки изучаемых групп бактерий применялся метод десятикратных серийных разведений. Методика посева включала перемешивание анализируемой пробы воды, внесение из соответствующих разведений по 1 мл суспензии в стерильные чашки Петри и добавления в каждую чашку по 8–12 мл расплавленного и остуженного до 45–49°C питательного агара [7]. Численность гетеротрофных бактерий, утилизирующих легкодоступное органическое вещество в воде, определяли по показателю общей бактериальной обсемененности или общему микробному числу воды. Видовую идентификацию микроорганизмов осуществляли по совокупности культуральных, морфологических и физиолого-биохимических признаков с

помощью “Определителя бактерий Берджи” [8, 9]. Математическая обработка данных была проведена методами описательной статистики. Для установления сходства сообществ бактериопланктона на исследуемых станциях применяли коэффициент Чекановского [10]:

$$K_c = 2c/(a+b),$$

где a – число видов в местообитании A ; b – число видов в местообитании B ; c – число видов, встречающихся одновременно в обоих местах.

Результаты исследований и их обсуждение. Численность гетеротрофного бактериопланктона в летний сезон 2024 г. в Виштынецком озере изменялась в диапазоне от $0,1 \cdot 10^3$ КОЕ/мл до $0,4 \cdot 10^3$ КОЕ/мл. Среднее значение численности бактериопланктона составило $0,3 \cdot 10^3$ КОЕ/мл. Максимальные значения численности гетеротрофного бактериопланктона зарегистрировано на ст. 14 ($0,4 \cdot 10^3$ КОЕ/мл) и ст. 16 ($0,1 \cdot 10^3$ КОЕ/мл), расположенных в южно-центральной части водоема. Низкие показатели численности отмечены в северной части водоема на станциях 7, 12, 46 (рис. 2).

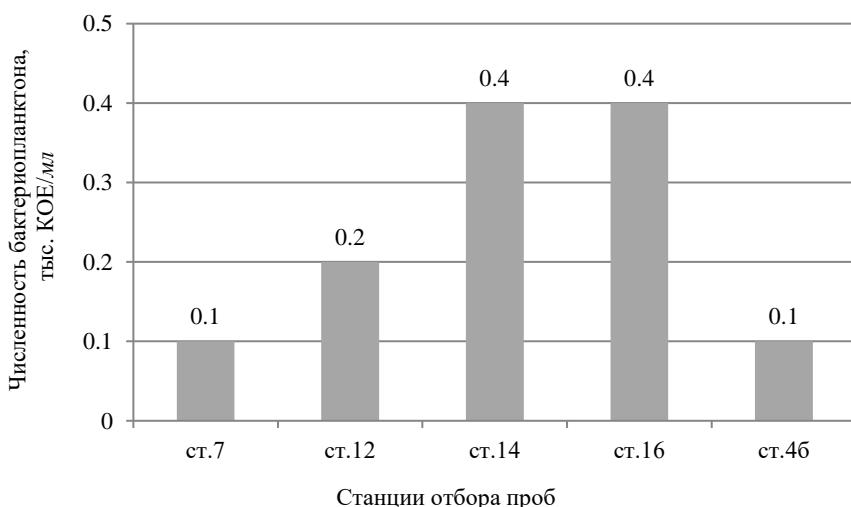


Рис. 2. Численность гетеротрофного бактериопланктона Виштынецкого озера в летний сезон 2024 г.

Состав микробного сообщества озера в летний сезон 2024 г. представлен 2 таксономическими группами: грамотрицательными палочковидными бактериями семейства *Vibrionaceae* и грамположительными микроорганизмами рода *Bacillus*.

Таксономический состав гетеротрофного бактериопланктона Виштынецкого озера в 2024 г. представлен на рис. 3.

В летний период 2024 г. в составе сообщества бактериопланктона Виштынецкого озера идентифицировано 5 видов бактерий, принадлежащих к 2 таксономическим группам. Широкое распространение в микробных популяциях имеют грамотрицательные палочковидные бактерии *Aeromonas caviae*

(81,27%). Незначительную долю в микробных сообществах занимают палочко-видные спорообразующие бактерии рода *Bacillus* (*Bacillus circulans* – 5,84%, *Bacillus brevis* – 6,81%, *Bacillus firmus* – 0,49%).

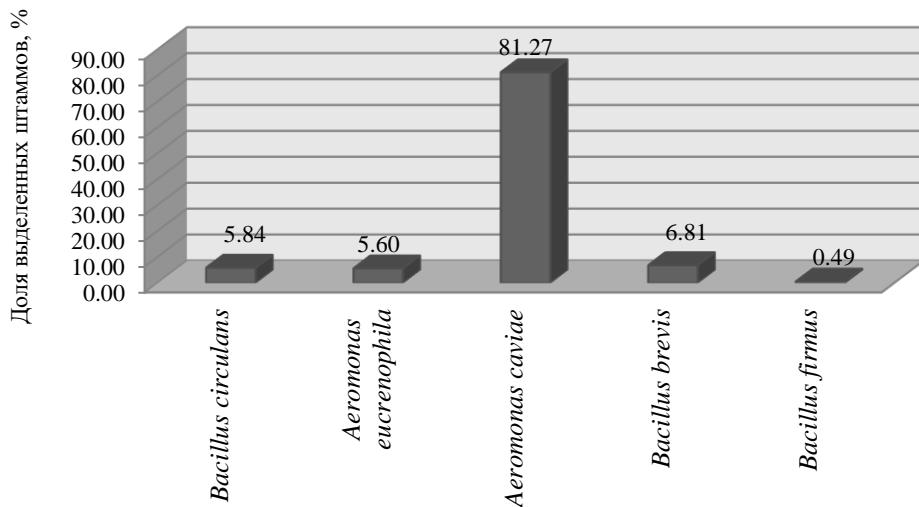


Рис. 3. Таксономический состав гетеротрофного бактериопланктона Виштынецкого озера в 2024 г.

Распределение гетеротрофного бактериопланктона по акватории водоема показано на рис. 4.

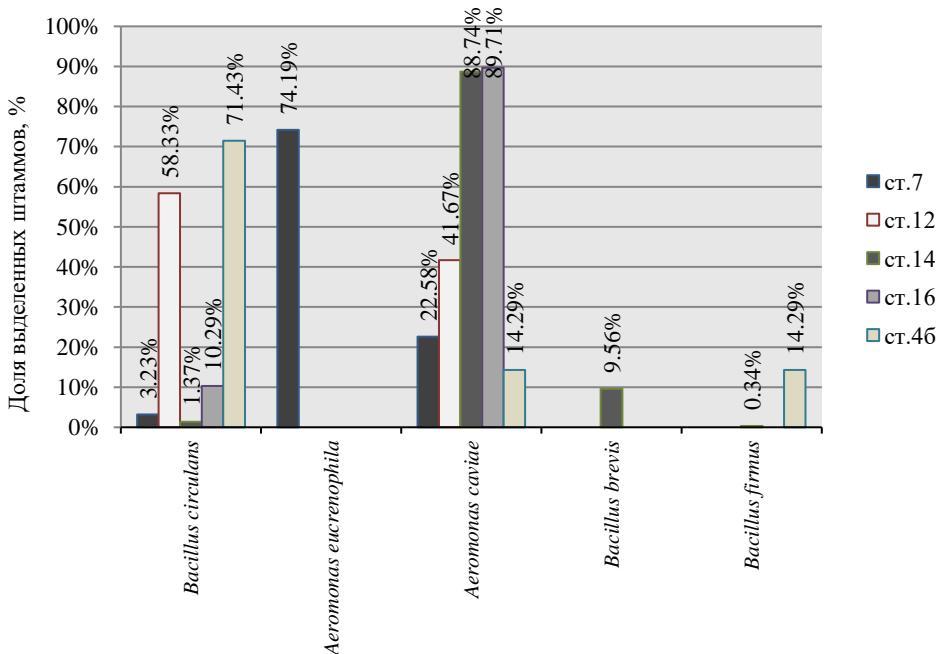


Рис. 4. Распределение гетеротрофного бактериопланктона озера Виштынецкого в 2024 г.

В прибрежной северной части водоема на ст. 7 нами выделены представители 2 таксономических групп: микроорганизмы *Aeromonas eucrenophila* (74,19%), *Aeromonas caviae* (22,58%) и палочковидные спорообразующие бактерии рода *Bacillus* (*Bacillus circulans* – 3,23%). На ст. 12 (северная часть водоема) доминировали палочковидные спорообразующие микроорганизмы рода *Bacillus* (*Bacillus circulans* – 58,33%). В северной части водоема (ст. 46) выделены палочковидные бактерии родов *Bacillus* и *Aeromonas*. В центральной части исследуемого водоема (ст. 14) доминировали *Aeromonas caviae* (88,74%). В акватории ст. 1 (южная часть водоема) значительную долю занимали палочковидные бактерии *Aeromonas caviae* (89,71%).

Для исследуемых сообществ вычислен коэффициент Чекановского и составлена матрица (см. таблицу).

*Матрица сравниваемых сообществ. Значение коэффициента Чекановского.
Озеро Виштынецкое 2024 г.*

Станции	ст. 7	ст. 12	ст. 14	ст. 16	ст. 46
ст. 7	–	0,80	0,57	0,80	0,67
ст. 12	0,80	–	0,67	1,00	0,80
ст. 14	0,57	0,67	–	0,67	0,86
ст. 16	0,80	1,00	0,67	–	0,80
ст. 46	0,67	0,80	0,86	0,80	–

Примечание: прочерк обозначает отсутствие данных.

В 2024 г. между всеми исследуемыми сообществами обнаружена высокая степень сходства гетеротрофного бактериопланктона (более 50%). В северной части водоема (комплекс станций 7, 12, 46) степень сходства сообществ бактериопланктона составляет 80%. Высокое значение коэффициента Чекановского (1,00) отмечен между микробными сообществами, расположенными в северной (ст. 12) и южной (ст. 16) частях водоема. Распределение бактериопланктона данного водоема выражается через численную неоднородность и различный качественный состав.

Заключение. Таким образом, численность гетеротрофного бактериопланктона Виштынецкого озера в летний сезон 2024 г. изменилась в диапазоне от $0,1 \cdot 10^3$ КОЕ/мл до $0,4 \cdot 10^3$ КОЕ/мл. Среднее значение численности бактериопланктона составляло $0,3 \cdot 10^3$ КОЕ/мл. Количественные показатели бактериопланктона колебались в незначительных пределах. Таксономический состав микробного сообщества озера представлен грамотрицательными палочковидными бактериями семейства *Vibrionaceae*, грамположительная микрофлора включала микроорганизмы родов *Bacillus*. В микробном сообществе Виштынецкого озера в 2024 г. обнаружены 2 таксономические группы. Наибольшим видовым разнообразием отличался комплекс сообществ бактериопланктона, расположенный в центральной части водоема. В результате сравнения сходства сообществ бактериопланктона с помощью коэффициента Чекановского в выделенных зонах выявлен высокий процент сходства сообществ, расположенных на всех исследуемых станциях – более 50%. Распределение

бактериопланктона данного водоема имеет численную неоднородность и различный качественный состав.

Поступила 04.04.2025

Получена с рецензии 01.07.2025

Утверждена 15.08.2025

ЛИТЕРАТУРА

1. Уманская М.В. Микробиологическая характеристика малых эвтрофных озер Национального парка “Самарская Лука”. *Изв. Самарского научного центра РАН* 7 (2005), 206–213.
2. Royama T. *Analytical Population Dynamics*. London, Chapman & Hall (1992), 371.
3. Берникова Т.А. *Озеро Виштынецкое. Физико-географическая и гидрологическая характеристика*. Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы. Калининград, изд-во “ИП Мишуткина” (2008), 94–97.
4. Алдушин А.В. Пространственно-временная динамика пелагического ихтиоценоза олиготрофного озера на примере озера Виштынецкого: дисс. на соискание уч. степ. кандидата биол. наук. Калининград (2021), 160 с.
5. Казимирченко О.В., Котлярчук М.Ю. *Практикум по микробиологии* (учеб. пособие). Санкт-Петербург, Лань (2020), 124.
6. Герхардт Ф. *Методы общей бактериологии*. Т. 3. Москва, Мир (1984), 264.
7. Лабинская А.С. и др. *Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований* (учеб. пособие). Санкт-Петербург, Лань (2022), 588.
8. *Определитель бактерий Берджи* Т. 1 (под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига и др.). Москва, Мир (1997), 432.
9. *Определитель бактерий Берджи* Т. 2 (под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига и др.). Москва, Мир (1997), 368.
10. Науменко Е.Н. *Зоопланктон прибрежной части Куршского залива*. Калининград, Атлант НИРО (2006), 178.

Ա. Ի. ՄՈՒՍԵԵՎԱ, Ե. Վ. ԱՎԵԵՎԱ

ԿԱԼԻՆԻԿԱԿՐԴԻ ՄԱՐԶԻ ՎԻԾԻՆԵՑԿՈՒ ԼՃԻ ՀԵՏԵՐՈՏՐՈՒԹ
ԲԱԿՏԵՐԻՈՊԼԱՆԿՏՈՆԸ 2024 ԹՎԱԿԱՆԻ ԱՄԱՆՎՅԻՆ ՍԵԶՈՆԻՆ

Ամփուլամ

Հոդվածում որոշվել են Կալինինգրադի մարզի Վիշտինեցկոյե լճում հետերոտրոֆ բակտերիոպլանկտոնի համակեցությունների թիվը, տաքսոն-միական կազմը և նմանության աստիճանը: Քաղցրահամ ջրավագանի հետերոտրոֆ բակտերիոպլանկտոնի ուսումնասիրված պարամետրերի վերլուծությունը յույլ տվյալ տվյալ մեջ բացահայտել դրա կազմի տարրերությունները: Մենք պարզեցինք, որ բակտերիոպլանկտոնի բանակական ցուցանիշները տատանվում էին աննշան սահմաններում՝ $0,1 \cdot 10^3$ CFU/մ³-ից մինչև $0,4 \cdot 10^3$ CFU/մ³: Բակտերիոպլանկտոնի բանակը ավելացել է ջրավագանի կենտրոնական և հարավային մասերում: Ընտրված գոտիներում բակտերիոպլանկտոնի համակեցությունների նմանությունը Չեկանովսկու գործակցով

համեմատելու արդյունքում բացահայտվել է բոլոր ուսումնասիրված համակեցությունների միջև նմանության բարձր տոկոս՝ ավելի քան 50%: Բակտերիոպլանկտոնի բաշխումը տվյալ ջրավազանում արտահայտվում է թվային տարասեռությամբ և տարրեր որակական կազմով:

A. I. MOISEEVA, E. V. AVDEEVA

HETEROTROPHIC BACTERIOPLANKTON OF LAKE VISHTYNETSKY, KALININGRAD REGION IN THE SUMMER SEASON OF 2024

Summary

In the article the abundance, taxonomic composition and degree of similarity of heterotrophic bacterioplankton communities were determined in Lake Vishtynetsky, Kaliningrad Region. The analysis of abundance, taxonomic composition and degree of similarity of heterotrophic bacterioplankton in a freshwater body allowed us to reveal differences in its composition. We found that the quantitative indices of bacterioplankton varied insignificantly from $0.1 \cdot 10^3$ CFU/mL to $0.4 \cdot 10^3$ CFU/mL. Bacterioplankton abundance increased in the central and Southern parts of the reservoir. Comparison of the similarity of bacterioplankton communities using the Czekanowski coefficient in the selected zones revealed a high percentage of similarity between all the studied communities of more than 50%. The distribution of bacterioplankton of this water body is expressed through numerical heterogeneity and different qualitative composition.