

ХАРАКТЕРИСТИКА ПИКОПЛАНКТОНА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В АВГУСТЕ 2014 ГОДА

© 2022 М.В. Уманская, Е.С. Краснова

Институт экологии Волжского бассейна РАН –
филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, г. Тольятти, Россия

Статья поступила в редакцию 15.08.2022

В работе дана характеристика структуры и пространственного распределения гетеротрофного и автотрофного пикопланктона в нижней части Куйбышевского водохранилища в августе 2014 года. Общая численность пикопланктона варьировала в пределах $(0,55-11,27) \times 10^6$ кл./мл (в среднем $2,96 \pm 2,13 \times 10^6$ кл./мл), биомасса – 11,48–372,76 $\mu\text{гС/л}$ ($82,51 \pm 72,85 \mu\text{гС/л}$), что соответствовало мезотрофно – эвтрофному уровню продуктивности. В составе пикопланктона преобладали одиночные свободноплавающие гетеротрофные бактерии, преимущественно кокки и кокобациллы. Пикоцианобактерии формировали 2,2% численности и 20,3% биомассы пикопланктона; колониальные формы встречались лишь в 29,4% проб, причем в пробах Ульяновского плеса и Черемшанского залива колонии не были обнаружены. В исследованный период в Куйбышевском водохранилище пространственная гетерогенность автотрофного пикопланктона, по сравнению с гетеротрофным, была более выраженной. Полученные нами данные указывают на существенную роль пикопланктона в экосистеме Куйбышевского водохранилища в позднелетний период.

Ключевые слова: Гетеротрофные бактерии, пикоцианобактерии, эукариотические пиководоросли, пикопланктон.

DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-5-103-109

ВВЕДЕНИЕ

Пикопланктон – постоянный компонент морских и пресноводных экосистем, активно участвующий в процессах круговорота органического вещества, трансформации элементов и представляющий собой важный пищевой объект для организмов микрозоопланктона [1–5]. В размерную фракцию пикопланктона (0,2–2 мкм) [6] входят пикофитопланктон (автотрофный пикопланктон, АПП), представленный пикоцианобактериями (преимущественно, родов *Synechococcus*, *Cyanobium*) и эукариотическими водорослями (например, родов *Pseudodictyosphaerium*, *Choricystis*, *Myconastes* и др.) [11], а также планктонные гетеротрофные бактерии (гетеротрофный бактериопланктон, ГБП). Однако, из-за высокой вариабельности размеров клеток цианобактерий и водорослей, ряд исследователей учитывают в качестве АПП фотосинтезирующие микроорганизмы размером от 0,2 до 3 мкм [7–8], а иногда даже до 5 мкм [9–10].

Количественные и функциональные показатели бактериопланктона объективно отражают трофический статус водоемов и позволяют оценить их экологическое состояние. Пикофи-

топланктон, обладая быстрыми темпами размножения, вносит существенный вклад в формирование биомассы и продукции фитопланктона [11]. В целом, пикопланктон (автотрофный и гетеротрофный) является постоянным компонентом водных экосистем, а его вклад в суммарную биомассу планктона и степень участия в планктонных пищевых сетях существенно зависят от условий среды и типа водного объекта [8].

Регулярный микробиологический мониторинг (практически ежемесячные наблюдения) Куйбышевского водохранилища и его отдельных участков проводился с момента его создания почти до конца 20 века [3, 12–16], далее был большой перерыв в исследованиях, а с 2010-х годов микробиологические исследования Куйбышевского водохранилища возобновились, хотя и в меньшем объеме [8, 17–18]. Основное внимание уделялось изучению гетеротрофных бактерий, а данные по АПП стали появляться только в последнее время, но все еще остаются минимальными и фрагментарными [8, 19].

Целью настоящей работы было изучение особенностей распределения пикопланктона (гетеротрофный бактериопланктон и АПП) и оценка соотношения его компонентов в Куйбышевском водохранилище в летний период.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Район исследования. Куйбышевское водохранилище – водохранилище на реке Волге, является самым крупным в каскаде, и относится к

Уманская Марина Викторовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии простейших и микроорганизмов.

E-mail: mvumansk67@gmail.com

Краснова Екатерина Сергеевна, младший научный сотрудник лаборатории экологии простейших и микроорганизмов.

E-mail: krasnova-eck@mail.ru

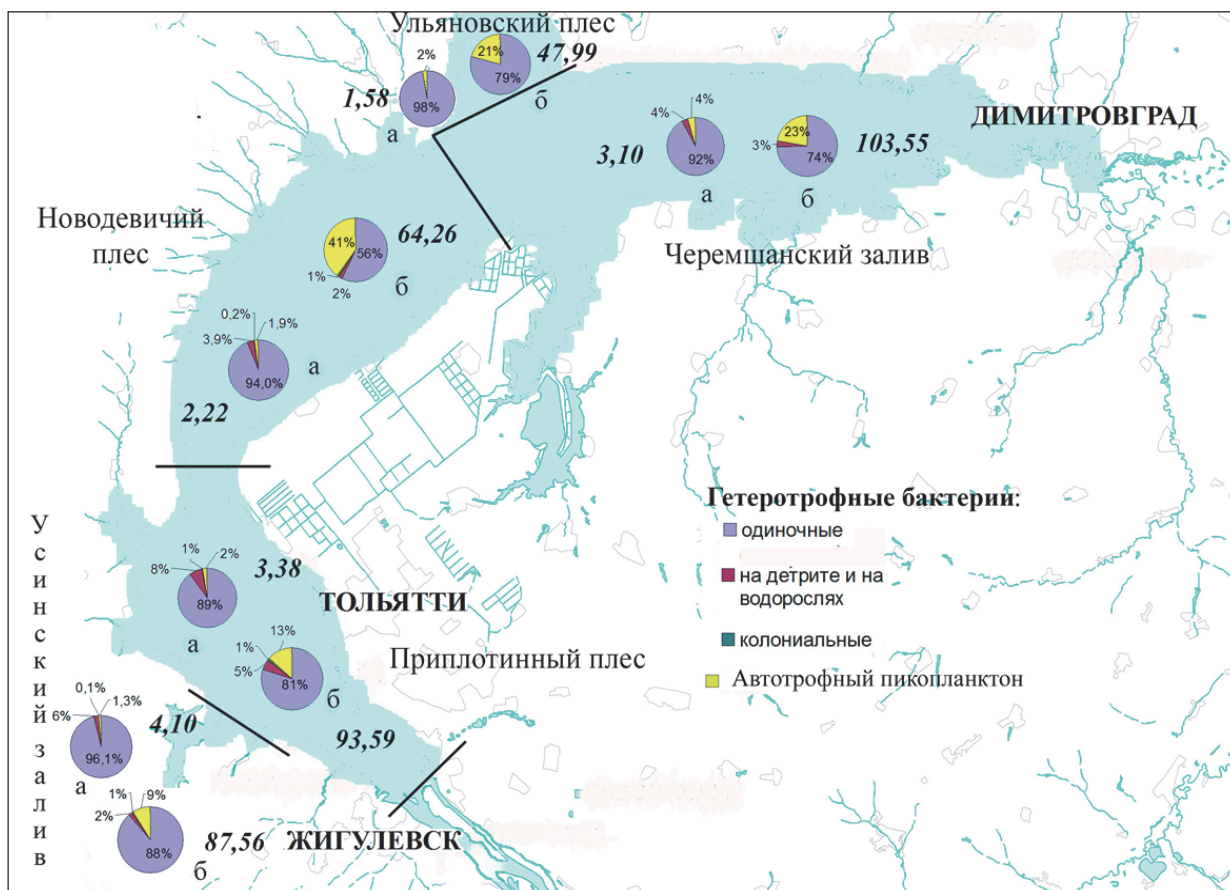


Рис. 1. Карта-схема исследованного района Куйбышевского водохранилища и структура пикопланктона отдельных плесов и заливов по численности (а) и биомассе (б). Жирным цветом показаны абсолютные величины численности (млн.кл./мл) и биомассы (µгС/л).

крупнейшим водоемам европейской части России [20]. Водоохранилище имеет сложную конфигурацию с расширениями – плесами (8 плесов) и крупными заливами в местах впадения основных притоков: Камы, Свияги, Казанки, Большого Черемшана, Усы. Исследования проводили во второй половине августа в нижней части Куйбышевского водохранилища на трех плесах и двух заливах (рис. 1).

Методы отбора и анализа проб. Пробы воды на гидрохимический и гидробиологический анализы были отобраны из поверхностного и придонного горизонтов 20–23 августа 2014 г на 17 станциях. Станции были расположены как на глубоководных, так и на мелководных участках водохранилища (таблица). Средняя глубина всех станций составляла $15,8 \pm 6,1$ м. Отбор проб воды проводили батометром Молчанова в стерильные стеклянные склянки, пробы фиксировали стерильным раствором формалина до конечной концентрации 4%. Пробы воды для учета пикопланктона и пикодетрита концентрировали фильтрованием через мембранные фильтры с диаметром пор 0,2 мкм. Одновременно с отбором гидробиологических проб измеряли некоторые физико-химические показатели:

прозрачность по диску Секки, температуру (таблица). Данные по концентрации хлорофилла «а» (Хл а) были любезно предоставлены с.н.с. А.В. Рахубой (ИЭВБ РАН).

Трофический статус водоема оценивали по прозрачности воды и концентрации хлорофилла «а» в соответствии с классификацией [21].

Общую численность бактериопланктона и количество пико- и нанодетритных частиц определяли методом эпифлуоресцентной микроскопии с использованием флуорохрома DAPI [22] [23–24]. Численность автотрофного пикопланктона (АПП) определяли по красной или оранжевой автофлуоресценции (Хл а), учитывая все клетки с размером менее 3 мкм. Размеры клеток бактерий, АПП и частиц детрита оценивали с помощью программы анализа изображений UTHSCSA Image Tools 3.00. Удельную массу клеток принимали равной единице, общую биомассу рассчитывали по [25]. Биомассу в единицах органического углерода рассчитывали исходя из данных по содержанию углерода в клетках и частицах [3, 23]. Препараты просматривали при увеличении $\times 1000$ на микроскопе Leica DM 5500 В.

Таблица. Пределы изменений некоторых физико-химических параметров, численности и биомассы компонентов пикопланктона Куйбышевского водохранилища

Параметры	Поверхность		Дно	
Экологические условия				
Т°,С	22,0–24,0		20,2–23,6	
Прозрачность, м	0,2–2,0			
Глубина, м	5 – 26			
Число проб	17		17	
Хл <i>a</i> , мкг/л	3,9–191,86		н/д	
Пикодетрит, частиц/мл	<u>0,025</u> 0,0–0,075		<u>0,038</u> 0,0–0,288	
Нанодетрит, частиц/мл	<u>0,012</u> 0,0–0,038		<u>0,011</u> 0,0–0,035	
Пикопланктон				
	Численность, млн.кл/мл	Биомасса, µгС/л	Численность, млн.кл/мл	Биомасса, µгС/л
Гетеротрофный пикопланктон	<u>3,88</u> 1,51–10,96	<u>91,22</u> 31,7–346,5	<u>1,91</u> 0,55–5,15	<u>40,36</u> 9,7–130,0
В том числе:				
% агр.бактерии	<u>5,4</u> 0,0–15,9	<u>4,3</u> 0,0–11,4	<u>4,7</u> 0,0–23,3	<u>3,7</u> 0,0–19,2
% многоклеточные нити	<u>0,15</u> 0,0–1,9	<u>1,3</u> 0,0–7,3	<u>0,05</u> 0,0–0,9	<u>0,5</u> 0,0–3,3
% одноклеточные нити	<u>0,7</u> 0,0–1,4	<u>10,2</u> 0,0–26,7	<u>0,3</u> 0,0–1,5	<u>6,3</u> 0,0–23,0
Автотрофный пикопланктон	<u>0,083</u> 0,019–0,309	<u>28,05</u> 2,07–231,5	<u>0,046</u> 0,0 – 0,439	<u>5,39</u> 0,0 – 34,0
В том числе:				
% колониальных	<u>23,9</u> 0,0–92,6	<u>26,5</u> 0,0–89,9	<u>9,9</u> 0,0–91,8	<u>8,5</u> 0,0–84,5

Примечание. Над чертой – среднее значение, под чертой – пределы колебаний (min – max), н/д – нет данных

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Абиотические условия. Температура воды на всех станциях Куйбышевского водохранилища в 2014 г. изменялась от 20,2 до 24°С (таблица) и в среднем составляла 22,7±0,7°С в поверхностном слое и 21,3±0,8°С – в придонном. Среднегодовая температура воздуха в 2014 г. превышала среднемноголетние значения (1974–2021гг) на 0,2°С, при этом средняя температурой воздуха в августе была выше среднемноголетних значений на 2°С и составляла 21,1°С [26]. Водный режим водохранилища в 2014 г. соответствовал маловодной фазе, среднегодовой расход составил 219 км³, что на 22 км³ меньше среднемноголетних значений за период 1957–2015 гг. [20, 27].

Средняя прозрачность воды по диску Секки в период исследований была 1,2±0,5 м, что соответствует пограничному между мезо- и эвтрофным уровню продуктивности. При этом пределы изме-

нения концентрации Хл *a* в период исследования (таблица) и его среднее значение (72,43 мкг/л) характерны для эвтрофных условий, чего и следовало ожидать для маловодного и жаркого года, исходя из анализа многолетних рядов данных [20].

Детритные частицы в 2014 г. были обнаружены на большинстве станций (таблица), как в поверхностном, так и в придонном горизонтах, за исключением Ульяновского плеса. Количество детритных частиц существенно изменялось по акватории водохранилища (коэффициент вариации составлял 176%), при этом среднее количество детритных частиц в пробе составляло 0,021±0,036 × 10⁶ частиц/мл, а средняя масса – 11,92±22,19 µгС/л. По количеству частиц преобладал пикодетрит (таблица), а по массе – нанодетрит (2,57±4,05 µгС/л – пикодетрит и 21,27±28,35 µгС/л – нанодетрит), из-за большего размера отдельных частиц. В целом, на всех станциях количество и масса детрита и его компонентов увеличивались к придонному горизонту.

Гетеротрофный бактериопланктон. В августе 2014 г. в исследованной части Куйбышевского водохранилища общая численность гетеротрофного бактериопланктона (ОЧБ) и его биомасса варьировали в довольно широких пределах ($(0,55-10,96) \times 10^6$ кл./мл и $9,73-346,56$ $\mu\text{гС/л}$, соответственно). В среднем, ОЧБ была равна $2,89 \pm 2,07 \times 10^6$ кл./мл; а общая биомасса составляла $65,78 \pm 64,82$ $\mu\text{гС/л}$. Средний объем бактериальных клеток Куйбышевского водохранилища составлял $0,095 \pm 0,028$ $\mu\text{м}^3$. Наибольшая ОЧБ была зарегистрирована в Приплотинном плесе на ст. 8 (рис. 2), причем в поверхностном горизонте этой станции был зафиксирован абсолютный максимум для всего исследованного района водохранилища ($10,96$ млн. кл./мл). В Ульяновском плесе низкая численность бактерий была выявлена и в поверхностном и в придонном горизонтах (около $1,5$ млн. кл./мл; рис. 2). В придонном горизонте некоторых левобережных станций (ст. 3, 4, 10 и 15)

была зарегистрирована еще меньшая ОЧБ ($0,55-1,09$ млн. кл./мл), тогда как в поверхностном слое она была существенно выше ($2,39-5,35$ млн. кл./мл) (рис. 2). В целом, пространственное распределение гетеротрофного бактериопланктона в нижней части Куйбышевского водохранилища (рис. 2) носило хаотический характер. Однако наблюдался слабо выраженный тренд к росту численности и биомассы бактериопланктона сверху вниз по течению (рис. 2).

В составе бактериопланктона Куйбышевского водохранилища в исследованный период преобладали одиночные свободноплавающие гетеротрофные бактерии, преимущественно кокки и коккобациллы (суммарно около 80% ОЧБ), вклады агрегированных и нитевидных бактерий были весьма низкими на большинстве станций (таблица, рис. 1). Агрегированный бактериопланктон в основном был представлен клетками, ассоциированными с частицами детрита и, значительно реже, с клетками фито-

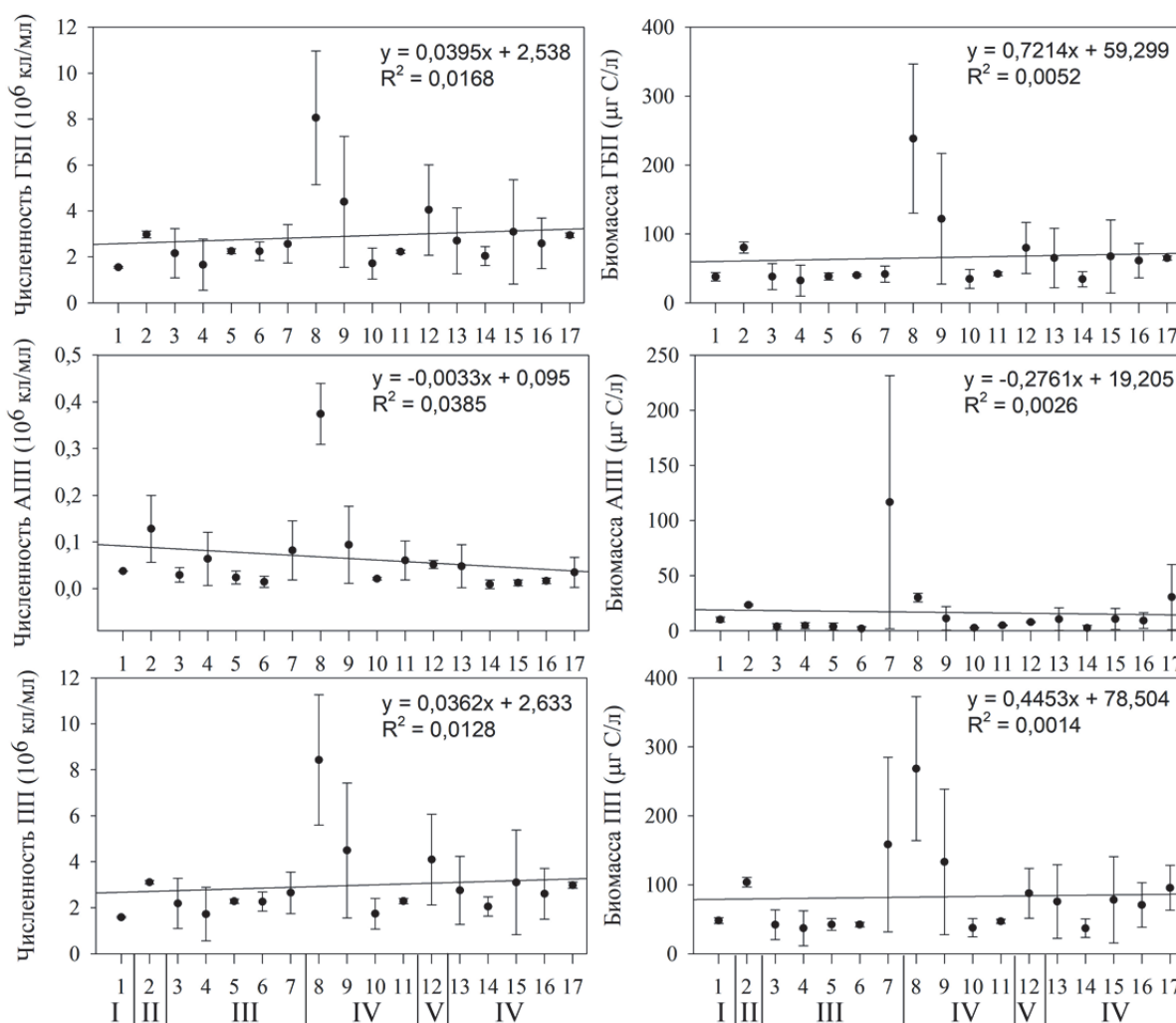


Рис. 2. Изменение численности и биомассы гетеротрофного бактериопланктона (ГБП), автотрофного пикопланктона (АПП) и пикопланктона в целом (ПП) на разных станциях района исследования (для каждой станции показана средняя величина и диапазон изменения показателя).

По оси X арабскими цифрами обозначены станции; римскими – плесы и заливы:

I – Ульяновский плес, II – Черемшанский залив, III – Новодевичий плес, IV – Приплотинный плес, V – Усинский залив

планктона. Он полностью отсутствовал в Ульяновском плесе и придонных слоях большинства станций Новодевичьего плеса. Максимальная численность агрегированного бактериопланктона была зафиксирована в придонном горизонте ст. 8 (Приплотинный плес; 23,3% от ОЧБ). Единственная микроколониальная была зарегистрирована в придонном слое ст. 9 (Приплотинный плес), где ее вклад в ОЧБ составил 9,4%. Многоклеточные нити были обнаружены только на некоторых станциях, а их средний вклад в общую численность и биомассу бактериопланктона в исследованный период был крайне низким (таблица). Одноклеточные нитевидные клетки встречались практически на всех станциях, причем в поверхностном горизонте их вклад был несколько выше, чем в придонном (таблица).

Планктонные бактерии активно потребляют растворенные и взвешенные органические вещества, основным продуцентом которых в водоемах является фитопланктон, причем уровень его количественного развития можно оценивать по концентрации Хл *a* [3, 21, 28]. В период нашего исследования была выявлена высокая положительная корреляция между концентрацией Хл *a*, численностью бактериопланктона ($r = 0,76$ при $p < 0,05$) и его биомассой ($r = 0,84$ при $p < 0,05$), так же как в ряде других пресноводных и соленых водоемах [3, 29–30].

Автотрофный пикопланктон (АПП) в августе 2014 г. был обнаружен в поверхностных и придонных горизонтах всех станций, за исключением придонного слоя ст. 14. Он был представлен в основном одиночными клетками пикоцианобактерий, а колониальные формы встречались лишь в 29,4% проб (10 проб из 34), отсутствуя в пробах со станций Ульяновского плеса и Черемшанского залива. Эукариотические пиководоросли в период исследования были обнаружены лишь на трех станциях (Ульяновский и Новодевичий плесы), но их численность и биомасса были весьма незначительными.

Средняя для исследованной части акватории водохранилища численность АПП составляла $0,065 \pm 0,095 \times 10^6$ кл./мл, изменяясь от 0 до $0,44 \times 10^6$ кл./мл, а средняя биомасса – $16,72 \pm 40,01$ $\mu\text{гС/л}$ ($0 - 231,52$ $\mu\text{гС/л}$). Коэффициент вариации составил 146% (численности) и 239% (биомассы), что свидетельствует об очень высокой пространственной вариабельности АПП. Как правило, более высокая численность АПП и его биомасса наблюдалась в поверхностном горизонте (таблица). В среднем вклад колоний в общую численность АПП составлял $16,9 \pm 30,3\%$, а в биомассу $17,5 \pm 32,4\%$, однако на отдельных станциях он мог достигать 92,6% численности и 99,7% биомассы.

Так же, как для гетеротрофных бактерий, наибольшая численность АПП была зарегистри-

рована на ст. 8 Приплотинного плеса (рис. 2). Биомасса АПП на этой станции была высокой, однако, не максимальной. Абсолютный максимум биомассы, несмотря на небольшую численность, был зафиксирован на ст. 7 Новодевичьего плеса (рис. 2) и был обусловлен присутствием в поверхностном слое колониальных цианобактерий. В отличие от гетеротрофного бактериопланктона, численность и, в меньшей степени, биомасса АПП немонокотонно снижались сверху вниз по течению (рис. 2).

Структура пикопланктона Куйбышевского водохранилища. Средняя численность пикопланктона в Куйбышевском водохранилище в период исследования составила $2,96 \pm 2,13 \times 10^6$ кл./мл, а биомасса – $82,51 \pm 72,85$ $\mu\text{гС/л}$. В составе пикопланктона, как и следовало ожидать, преобладали гетеротрофные бактерии (рис. 1). В среднем вклад одиночных свободноплавающих клеток гетеротрофных бактерий составлял 91,6%, агрегированного бактериопланктона – 6,2%, а АПП – 2,2% общей численности. Одиночные клетки ГБП в среднем формировали 74,7% общей биомассы пикопланктона, а доля АПП составляла 20,3%. Соотношение компонентов на отдельных плесах незначительно варьировало между собой (рис. 1). В целом по станциям, вклад АПП в общую численность и, в меньшей степени, в биомассу пикопланктона снижался вниз по течению (рис. 2). Одиночные про- и эукариоты, входящие в состав пикопланктона, являются основными пищевыми объектами для инфузорий и гетеротрофных нанофлагеллят [28], которые переносят углерод, образованный пикопланктоном, на более высокие уровни планктонных трофических сетей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пространственная гетерогенность пикопланктона определяется комбинированным воздействием гидрологических и гидрохимических особенностей исследуемого водоема, метеорологических условий, точечных источников загрязнения, притоков и пр. [3, 31], причем зачастую влияние одного и того же фактора на гетеротрофный и автотрофный компоненты противоположно направлено. Видимо именно этим можно объяснить наблюдаемые разнонаправленные тенденции изменения ГБП и АПП сверху вниз по течению (рис. 2). Хотя средние значения численности и биомассы пикопланктона несколько возрастали в ряду Ульяновский-Новодевичий-Приплотинный плесы (рис. 1), для всего массива данная тенденция была практически не выражена из-за большого разброса данных по станциям (рис. 2).

Количественные характеристики и структура пикопланктона исследованного района

Куйбышевского водохранилища в августе 2014 г. были сопоставимы с таковыми в августе 2015 года [3], что может свидетельствовать о достаточно стабильном состоянии пикопланктона в экосистеме Куйбышевского водохранилища в позднелетний период.

Таким образом, представленные в настоящей работе данные расширяют наши знания о пикопланктонном сообществе и позволяют оценить особенности его пространственного распределения, структурной трансформации и роли в трофических сетях нижней части Куйбышевского водохранилища в позднелетний период. Однако, имеющихся в настоящее время данных пока недостаточно для проведения полноценного анализа, поэтому продолжение изучения гетеротрофного и автотрофного пикопланктона Куйбышевского водохранилища остается важной и актуальной задачей.

Благодарности. Авторы выражают глубокую благодарность за предоставленные физико-химические данные старшему научному сотруднику ИЭВБ РАН кандидату географических наук А. В. Рахубе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дракцова В.Г. Зональное изменение интенсивности микробиологических процессов в озерах. Л.: Наука, 1981. 212 с.
2. Романенко В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. Л.: Наука, 1985. 295 с.
3. Косолапов А.И., Копылов Д.Б. Бактериопланктон водохранилищ Верхней и Средней Волги. М.: Изд-во СГУ, 2008. 377 с.
4. Callieri C., Karjalainen S.M., Passoni S. Grazing by ciliates and heterotrophic nanoflagellates on picocyanobacteria in Lago Maggiore, Italy // J. Plankton Res. 2002. Vol. 24. P. 785–796. doi:10.1093/plankt/24.8.785
5. Sherr E.B., Sherr B.F. Significant of predation by protists in aquatic microbial food webs // Anton. Leeuw. Int. J. Gen. Mol. Microbiol. 2002. Vol. 81. P. 293–308. doi:10.1023/A:1020591307260
6. Sieburth J.M., Smetacek V. and J. Lenz, 1978. Pelagic ecosystem structure: Heterotrophic compartments and their relationship to plankton size fractions. Limnol. Oceanogr. 23: 1256–1263.
7. Schiaffino M.R., Gasol J.M., Izaguirre I., Unrein F. Picoplankton abundance and cytometric group diversity along a trophic and latitudinal lake gradient // Aquat. Microb. Ecol. 2013. Vol. 68. P. 231–250. DOI: 10.3354/ame01612
8. Косолапов Д.Б., Микрякова И.С., Копылов А.И. Распределение пикопланктона в водохранилищах Волги в конце лета // Труды ИБВВ РАН 2018. Выпуск 82 (85). С. 7–20.
9. Raven J.A. The twelfth Tansley Lecture. Small is beautiful: The picophytoplankton // Funct. Ecol. 1998. Vol. 12. P. 503–513.
10. Barber R.T. Picoplankton do some heavy lifting // Science. 2007. V. 315. № 5813. P. 777–778. DOI: 10.1126/science.1137438
11. Callieri C. Picophytoplankton in freshwater ecosystems: the importance of small-sized phototrophs. // Freshwater Reviews. 2008. V.1. No.1. P.1–28. doi: 10.1608/FRJ-1.1.1
12. Салманов М.А. Микробиологическая характеристика Куйбышевского водохранилища. //Микробиология. 1959а. Т.28. Выпуск 4. С.557–564.
13. Салманов М.А. Динамика численности бактерий в водной толще Куйбышевского водохранилища // Тр. Ин-та биол. водохр. 1959б. Выпуск 2(5). С.15–21.
14. Михеева И.В. Динамика численности бактерий в водной толще Куйбышевского водохранилища в 1960–1961 гг.// Тр. ИБВВ АН СССР. 1966. Выпуск 13(16). С. 204–207.
15. Гак Д.З., Инкина Г.А. Бактериопланктон Волги и ее водохранилищ в июне – июле 1972 г. // Вод. Ресурсы. 1975. № 1. С. 109–118.
16. Иватин. А.В. Бактериопланктон и бактериобентос Куйбышевского водохранилища. Тольятти: Кассандра, 2012. 183 с.
17. Уманская М.В., Орлова И.С., Краснова Е.С. Бактериопланктон Куйбышевского водохранилища (1957–2017 гг.) / Волга и ее жизнь//Сборник тезисов докладов Всероссийской конференции. (ИБВВ РАН, Борок, 22–26 октября 2018 г.). Ярославль: Филигрань, 2018. С. 137.
18. Umanskaya M.V., Krasnova E.S., Gorbunov M.Yu. Micro-scale spatial distribution of bacterioplankton in the Priplotinny (Near-dam) Reach of the Kuibyshev Reservoir in the early autumn period 2020 // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2021. V. 818. P. 012055. doi:10.1088/1755-1315/818/1/012055
19. Уманская М.В., Краснова Е.С. Фототрофный пикопланктон в озерах и водохранилищах бассейна Волги // Материалы докладов III Международ. науч. конф. «Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге». (ИБВВ РАН, Борок, 24–29 августа 2014 г.). Ярославль: Филигрань, 2014. С.197–198.
20. Куйбышевское водохранилище. Научно-информационный справочник. Тольятти: Кассандра, 2008. 123 с
21. Кумаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 395 с.
22. Porter K.G., Feig Y.S. The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora. // Limnol.Oceanogr. 1980. V. 25. No 5. P. 943–948.
23. Mostajir B., Dolan J.R., Rassoulzadegan F. A simple method for the quantification of a class of labile marine pico- and nano-sized detritus: DAPI Yellow Particles (DYP) // Aquat.Microb.Ecol. 1995. V. 9. P.259–266.
24. Chateauvert C.A., Lesack L.F.W., Bothwell M.L. Abundance and patterns of transparent exopolymer particles (TEP) in Arctic floodplain lakes of the Mackenzie River Delta // J.Geophys.Res. 2012. V.117. G04013, oi:10.1029/2012JG00213229.
25. Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов. М.: Наука, 1989. 288 с.
26. Senescence.info [Электронный ресурс]. 2004. URL:http://pogodaiklimat.ru (дата обращения: 16.02.2022)
27. Официальный сайт РусГидро [Электронный ресурс]. 2006.URL:http://rushydro.ru/hydrology (дата

- обращения: 16.02.2022)
28. Копылов А.И., Косолапов Д.Б. Микробная «петля» в планктонных сообществах морских и пресноводных экосистем. Ижевск:КнигоГрад, 2011. – 332 с.
29. Беззубова Е.М., Селиверстова А.М., Замятин И.А., Романова Н.Д. Гетеротрофный бактериопланктон шельфа моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря в области влияния пресноводного стока // Океанология. 2020.Т.60. №1. С.74-86.
30. Ильинский В. В., Мошарова И. В., Акулова А. Ю., Мошаров С. А. Современное состояние гетеротрофного бактериопланктона Косинского трехозерья / Водные ресурсы. 2013. Том 40. № 5. С. 477–487.
31. Sipkay Cs., Kiss K.T., Vadadi-Fülöp Cs., Hufnagel L. 2009. Trends in research on the possible effects of climate change concerning aquatic ecosystems with special emphasis on the modeling approach // Appl. Ecol. Environ. Res. V. 7. № 2. P. 171

CHARACTERISTICS OF THE PIKOPLANKTON OF THE KUIBYSHEVSKY RESERVOIR IN AUGUST 2014

© 2022 M.V. Umanskaya, E.S. Krasnova

Samara Federal Research Center RAS, Institute of the Ecology of the Volga Basin RAS, Togliatti, Russia

The characteristics of the structure and spatial distribution of heterotrophic and autotrophic picoplankton in the lower part of the Kuibyshev reservoir in August 2014 are presented in the paper. The total abundance of picoplankton varied within $(0.55-11.27) \times 10^6$ cells/ml (on average $2.96 \pm 2.13 \times 10^6$ cells/ml), biomass – 11.48–372, 76 $\mu\text{gC/l}$ ($82.51 \pm 72.85 \mu\text{gC/l}$), which corresponded to the mesotrophic-eutrophic level of productivity. Single free-floating heterotrophic bacteria, mainly cocci and cocobacilli, predominated in picoplankton. Picocyanobacteria formed 2.2% of the abundance and 20.3% of the biomass of picoplankton; colonial forms were found only in 29.4% of the samples, and no colonies were found in the samples of the Ulyanovsk Reach and Cheremshansky Bay. During the studied period in the Kuibyshev reservoir, the spatial heterogeneity of autotrophic picoplankton in comparison with heterotrophic, was more pronounced. Our data indicate the significant role of picoplankton in the ecosystem of the Kuibyshev reservoir in the late summer period.

Key words: Heterotrophic bacteria, picocyanobacteria, eukaryotic picoalgae, picoplankton.

DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-5-103-109

Marina Umanskaya, Candidate of Biology, Senior Researcher of the Laboratory of Protist and Microbial Ecology.

E-mail: mvumansk67@gmail.com

Ekaterina Krasnova, Junior Researcher of the Laboratory of Protist and Microbial Ecology. E-mail: krasnova-eck@mail.ru