

Рыбное хозяйство, аквакультура и промышленное рыболовство

Fisheries, Aquaculture and Industrial Fishing

Научная статья

УДК 574.5:581.526.325(470.64)

doi: 10.55196/2411-3492-2023-2-40-67-75

Экология фитопланктона в водохранилищах
Кабардино-Балкарской РеспубликиТимур Хадилович Тлупов¹, Сафарби Чанович Казанчев²,
Людмила Атабиевна Казанчева³, Рустам Харунович Таов^{✉4}Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030¹timyrtlypov@mail.ru, <https://orcid.org/000-0003-1101-4486>²skazanciv07@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5441-0134>³viktoriadyshkova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5441-0134>^{✉4}rustam_tao77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8467-1407>

Аннотация. Численность микроорганизмов и особенности их вертикального распределения служат важными микробиологическими характеристиками донных отложений водоемов. В настоящей работе проведены исследования по оценке влияния на видовой состав и численность фитопланктона, а также интенсивность фотосинтеза и степень аккумуляции тяжелых металлов в фитопланктоне и в альгологически чистых культурах *M. crocystisp.* и *Scenedesmus quadricauda*. Действие минеральных удобрений, доставляющее добавочную трофи фитопланктону, способствует его более сильному развитию. Проведен анализ влияния солености воды на физиологическое состояние фитопланктона в начале опыта, а также на процесс синтеза органического вещества. Результаты свидетельствуют об интенсивности фотосинтеза. Выявлено, что у *Aphanizomenon flos-aquae* и *Microcystis aeruginosa* в среде с 50% мутной воды интенсивность фотосинтеза в течение одних суток снижается в 1,6, а в среде с 75% мутной воды – в 3,6 раза. При увеличении концентрации морской воды до 90 и 100% снижение интенсивности фотосинтеза прекращается, и его величина остается постоянной. Во время исследований увеличение солености воды в водохранилище отмечено 2.08.2018 г., когда содержание хлоридов здесь достигало почти 2,7‰. При этом фотосинтетическая активность водорослей, представленных в основном видами *Aphanizomenon flos-aquae*, *Gomphosphaeria naegelian*, *Microcystis pulverea* и *M. aeruginosa*, снижалась от 0,243 (23.07) до 0,120 (2.08) гС/м³·ч, численность же фитопланктона колебалась в среднем от 12,9 млн до 22,9 млн кл/л соответственно.

Ключевые слова: экология, фитопланктон, водохранилище, водоросли, микроорганизм

Для цитирования. Тлупов Т. Х., Казанчев С. Ч., Казанчева Л. А., Таов Р. Х. Экология фитопланктона в водохранилищах Кабардино-Балкарской Республики // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 2(40). С. 67–75.
doi: 10.55196/2411-3492-2023-2-40-67-75

Original article

Ecology of phytoplankton in reservoirs Kabardino-Balkarian Republic

Timur Kh. Tlupov¹, Safarbi Ch. Kazanchev²,
Ludmila A. Kazancheva³, Rustam Kh. Taov^{✉4}

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

¹timyrtlypov@mail.ru, <https://orcid.org/000-0003-1101-4486>

²skazanciv07@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5441-0134>

³viktoriadyshekova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5441-0134>

^{✉4}rustam_taov77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8467-1407>

Abstract. The number of microorganisms and the features of their vertical distribution serve as important microbiological characteristics of the bottom sediments of water bodies. In this work, an attempt was made to assess the effect on the species composition and abundance of phytoplankton, as well as the intensity of photosynthesis and the degree of accumulation of heavy metals in phytoplankton and in algologically pure cultures of *M. Crocystis* sp. and *Scenedesmus quadricauda*. The action of mineral fertilizers, delivering additional trophy to phytoplankton, and this contributes to its stronger development. The analysis of the effect of water salinity on the physiological state of phytoplankton at the beginning of the experiment, as well as on the process of organic matter synthesis, is evidenced by the results of studying the intensity of photosynthesis. It was found that in *Aphanizomenon flos-aquae* and *Microcystis aeruginosa* in a medium with 50% turbid water, the intensity of photosynthesis during one day decreases by 1.6, and in a medium with 75% turbid water, by 3.6 times. With an increase in the concentration of sea water to 90 and 100%, the decrease in the intensity of photosynthesis stops, and its value remains constant. During the studies, an increase in water Salinity in the reservoir was noted on August 2, 2018, when the chloride content here reached almost 2.7‰. At the same time, the photosynthetic activity of algae, represented mainly by the species *Aphanizomenon flos-aquae*, *Gomphosphaeria naegeliana*, *Microcystis pulverea*, and *M. aeruginosa*, decreased from 0.243 (July 23) to 0.120 (2.08) gC/m³·h 12.9 million to 22.9 million cells/l, respectively.

Keywords: ecology, phytoplankton, reservoirs, algae, microorganism

For citation. Tlupov T.Kh., Kazanchev S.Ch., Kazancheva L.A., Taov R.Kh. Ecology of phytoplankton in reservoirs Kabardino-Balkarian Republic. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2023;2(40):67–75. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-2-40-67-75

Введение. Одним из важнейших направлений исследования биологической продуктивности водоемов является изучение экологических процессов в воде и в иле, роли минеральных удобрений как одного из основных звеньев воздействия на первичную продукцию, трофические взаимоотношения населяющих водоем гидробионтов. Первичное действие минеральных удобрений состоит в том, что они доставляют добавочную трофи фитопланктону и этим способствуют его более сильному развитию [1, 2]. В настоящее время известны общие основы более новых и совершенных систем удобрения, еще предстоит выяснить, какие формы наиболее благоприятны для прудов различного характера,

расположенных в разных эколого-климатических зонах.

Целью настоящей работы было определение количества микроорганизмов отдельных физиологических групп и изучение экологических процессов в воде и в иле, роли минеральных удобрений как одного из основных звеньев воздействия на первичную продукцию, трофические взаимоотношения населяющих водоем гидробионтов.

Материалы, методы и объекты исследования. Наблюдения проводили в Черекском районе в каскадных водохранилищах на протяжении вегетационного периода (с конца мая до середины октября 2016-2019 гг.). Материал собирали в водохранилищах, имею-

щих непосредственный контакт с главной рекой Черек [3–5].

Пробы отбирали батометром типа Руттнера в поверхностном слое воды. Количественный учет фитопланктона проводили путем подсчета числа отдельных видов водорослей, гидрохимические анализы – по стандартным методикам. Интенсивность фотосинтеза определяли методом Ю. А. Привезенцева. В период исследований соленость водной среды равнялась в среднем 0,02, 0,11 и 2,5 [6, 7].

Определение уровней накопления стронция в фитопланктоне проводили по общепринятым методикам. О способности фитопланктона накапливать стронций из водной среды судили по коэффициенту накопления (КН) – соотношению концентраций радионуклеида в воде [8–10].

Результаты исследования. В I зоне (Черекское водохранилище), расположенной в 2 км от накопителя, в начале вегетационного периода (конец мая – начало июня) преобладали *Scenedesmus quadricauda*, *Pediastrum boryanum*, *Oocystissolitaria* и *Gomphosphaeria naegelianiana*. В зоне II (Черекское водохранилище) вместе с зелеными водорослями часто встречались диатомовые – *Diatoma elongatum* и *Melosira granulata*.

Летом в массе развивались представители *p. Anabaena* и *Aphanizomenon flos-aquae*. Последний преобладал в обеих зонах до сентября. В начале августа в больших количествах встречались также *Gomphosphaeria naegelianiana*, *Microcystis pulvereana* и *Microcystis aeruginosa*.

На фоне интенсивного развития сине-зеленых водорослей *Aphanizomenon flos-aquae* и *Microcystis aeruginosa* увеличивается численность зеленых и диатомовых, которые начинают преобладать в середине сентября. Наряду со сменой видового состава фитопланктона, в течение вегетационного периода изменяется и его количество. В зоне I отмечены два максимума развития фитопланктона – 12.08 и 3.09.2019 г. В зоне II, где в течение исследованного периода происходят более резкие изменения химических параметров водной среды, особенно хлоридов, динамика численности фитопланктона носит скачкообразный характер. Максимальная величина его отмечена 21.08–11.09.2018 г.

(14,9–29,96 млн кл/л) и с середины августа по 3.09.2019 г. (13,5–29,9 млн кл/л).

Интенсивность фотосинтеза фитопланктона в исследованном районе Черекского водохранилища увеличивалась от весны к лету и достигала максимума в июле – августе 2018 г. и в конце августа – середине сентября 2018 г. (рис. 1). По-видимому, неодинаковый ход ее в течение двух вегетационных периодов, а также его скачкообразный характер обуславливались резкими изменениями химического состава воды.

Экспериментальное изучение уровней накопления стронция в фитопланктоне в условиях солености воды 0,02–0,11‰ показало, что коэффициенты накопления (КН) этого радионуклеида в планктонных водорослях в основном не зависят от времени их взятия из водоема и выражаются величинами одного и того же порядка. Однако абсолютные значения КН несколько различаются. Отмечено некоторое увеличение КН в фитопланктоне в августе, что, по-видимому, связано со значительно меньшим количеством детрита. В живом фитопланктоне КН значительно выше, чем в мертвом, где КН=1,6. Численность фитопланктона и особенно его групповой состав и количественное соотношение групп в экспериментальных условиях близки в основном к природным.

При сильных северных и северо-западных ветрах (4–5 баллов) в водохранилище поступает большое количество мутной воды, продвигающейся дальше на юг, что вызывает снижение ее температуры на 2°C, увеличение минерализации (от 245–350 мг/л до 7–2,5 г/л), а также изменение ионно-солевого состава.

В районе Черекского водохранилища (зона II) колебания солености воды более значительны, в течение вегетационного периода обнаружено 9–15 распространенных видов водорослей, а в зоне I (наиболее отдаленной) – 17–22 вида. При повышении солености воды в водохранилище (особенно в зоне II) происходит дегенерация и отмирание малопластичных пресноводных форм водорослей *Pediastrum duplex*, *Scenedesmus abundans* и др. Более пластичные виды, такие как *Scenedesmus quadricauda*, *Asterionella gracilima*, *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae*, приспособляются к более резким колебаниям солености.

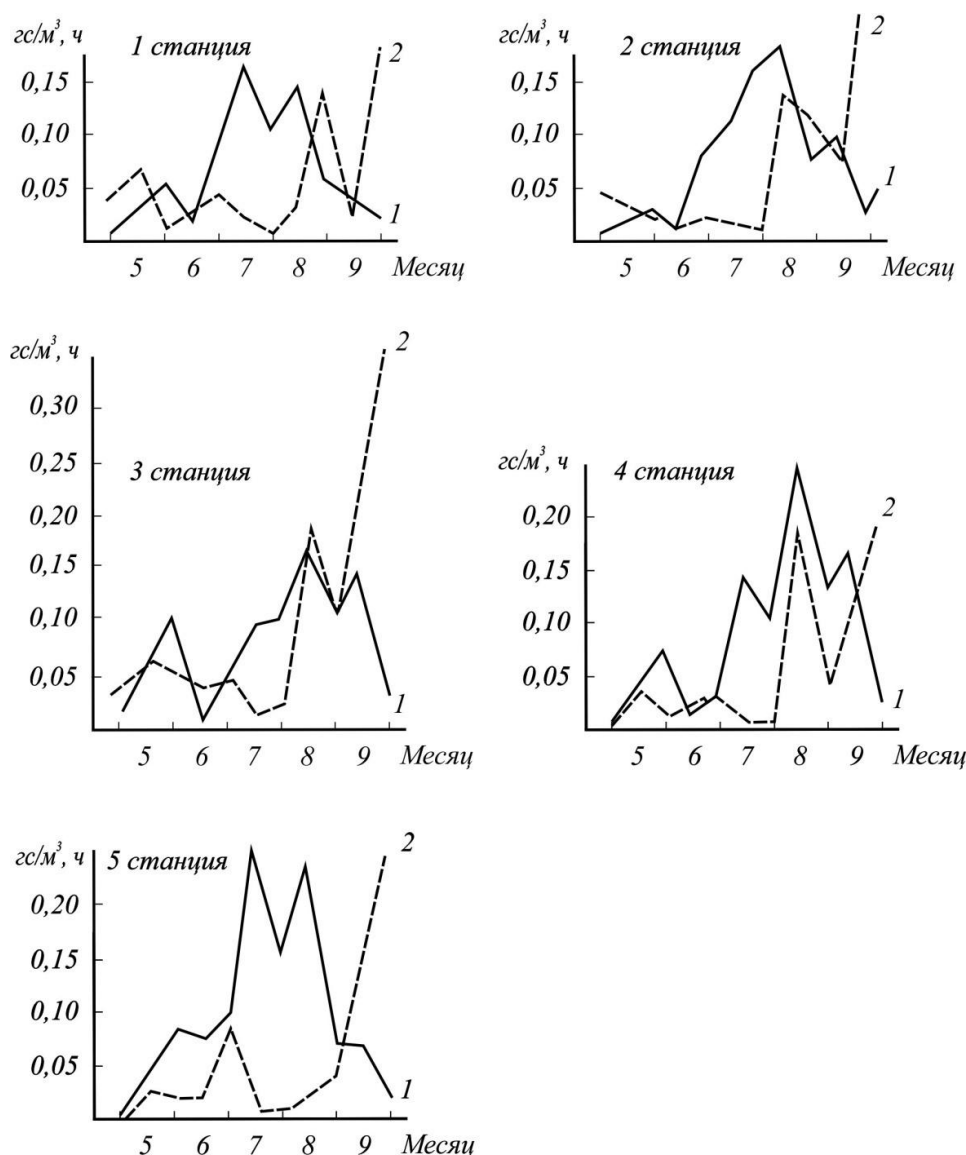


Рисунок 1. Сезонный ход интенсивности фотосинтеза фитопланктона в поверхностном слое воды
Figure 1. Seasonal course of phytoplankton photosynthesis intensity in the surface layer of water

Во время исследований увеличение солености воды в водохранилище отмечено 2.08.2018 г., когда содержание хлоридов здесь достигало почти 2,7‰. При этом фотосинтетическая активность водорослей, представленных в основном видами *Aphanizomenon flos-aquae*, *Gomphosphaeria naegeliana*, *Microcystis pulvereae* и *M. aeruginosa*, снижалась от 0,243 (23.07) до 0,120 (2.08) гС/м³·ч, численность же фитопланктона колебалась в среднем от 12,9 млн до 22,9 млн кл/л соответственно.

Вследствие сильного нагона мутной воды в водохранилище 21.07.2019 г. количество хлоридов увеличилось не только в зоне II, но и на в сем исследуемом участке (табл. 2).

В случае высоких концентраций хлоридов снижение фотосинтетической активности водорослей сопровождается уменьшением их численности. В зависимости от места расположения станций интенсивность фотосинтеза снижается в 1,7-26 раз, а число водорослей – в 3,2-11,6 раза. Следует отметить, что нагоны мутной воды проявляются с неодинаковой силой. Вода в результате проникновения и по мере ее разбавления пополняется минеральными веществами, что приводит к бурному развитию фитопланктона. При незначительном повышении солености воды (1,60‰ – 21.08.2022 г. и 0,33‰ – 11.09.2022 г.) с увеличением биомассы фитопланктона (24,5 и 36,9 мг/л) повышается и его фотосинтетическая активность (0,110 и 0,320 гС/м³·ч).

Таблица 1. Коэффициенты накопления (КН) стронция (к сырому в-ву)
в фитопланктоне Черекского водохранилища
Table 1. Accumulation coefficients (AC) of strontium (to crude matter)
in the phytoplankton of the Cherek reservoir

Дата	Группы фитопланктона с доминирующими видами, %	Соотношение групп, %	Численность фитопланктона, 10 ⁵ кл/л	КН
Июнь 2021 г.	Зеленые (<i>Pediastrum</i> 9,5, <i>Scenedesmus</i> 2,0 и др. 1,6)	13,1	105800	30,0±3,3
	Диатомовые	3,5		
	Сине-зеленые (<i>Microcystis</i> 79,5 и др. 3,9) Детрита много	83,4		
Июнь 2022 г.	Зеленые (<i>Scenedesmus</i> 7,0, <i>Tribonema</i> 6,6 и др. 37,7)	51,3	64400	21,5±1,6
	Диатомовые (<i>Fragilaria</i> 13,7 и др. 2,0)	15,7		
	Сине-зеленые (<i>Microcystis</i> 9,4 и др. 23,6) Детрита много	33,0		
Июль 2021 г.	Зеленые (<i>Scenedesmus</i> 12,4 и др. 13,2)	25,6	61200	23,5±6,5
	Диатомовые	0,2		
	Сине-зеленые (<i>Microcystis</i> 49,7 и др. 24,5) Детрита много	74,2		
Август 2021 г.	Зеленые (<i>Scenedesmus</i> 1,0 и др. 1,5)	2,5	82600	40,0±5,9
	Диатомовые	0,4		
	Сине-зеленые (<i>Microcystis</i> 97,1) Детрита мало	97,1		
Август 2022 г.	Зеленые (<i>Scenedesmus</i> 3,3 и др. 2,8)	6,1	31900	52,0±6,3
	Диатомовые	–		
	Сине-зеленые (<i>Microcystis</i> 92,7 и др. 1,2) Детрита мало	93,9		

Экспериментальное изучение влияния солености воды на фитопланктон, в котором преобладали сине-зеленые водоросли (99,9%) с доминированием *Microcystis aeruginosa* (78,6%) и *Aphanizomenon flos-aquae* (21,2%), показало, что при увеличении ее до 2,5‰ численность фитопланктона ($617 \cdot 10^5$ кл/л) по сравнению с контролем ($21380 \cdot 10^5$ кл/л) снижается на вторые сутки опыта в 3,6 раза, а на шестые – в 2,3 раза ($5015 \cdot 10^5$ и $11645 \cdot 10^5$ кл/л соответственно). На 17-е сутки опыта как в контроле, так и в варианте с увеличенной соленостью воды она практически одинакова ($4076 \cdot 10^5$ и $3050 \cdot 10^5$ кл/л соответственно). В фитопланктоне, собранном в водохранилище в момент нагона мутной воды (соленость 2,5‰), обнаружено большое количество лишь нескольких видов водорослей, в основном зеленых – *Chlamydomonas*, *Scenedesmus*, *Pediastrum* и

меньше – *Aphanizomenon* и *Phacus*, численность которых составляет $69 \cdot 10^5$ кл/л. При дальнейшем выдерживании фитопланктона в этих условиях резких изменений его видового состава и численности на протяжении 6-8 суток не отмечено. Однако на 16-18-е сутки число видов его возрастает до 8-13, а численность – до $7263 \cdot 10^5$ кл/л. Особенно интенсивно развиваются сине-зеленые водоросли (*Phormidium* sp., *Merismopedia punctata*), которые составляют 91% общего количества всех видов. Возможно, тормозящее действие хлоридов на развитие фитопланктона в начале опыта заключается в задержке минерального обмена и в нарушении нормального их поступления в протоплазму клеток.

О влиянии солености воды на физиологическое состояние фитопланктона в начале опыта, а также на процесс синтеза органиче-

ского вещества свидетельствуют результаты изучения интенсивности фотосинтеза. У *Aphanizomenon flos-aquae* и *Microcystis aeruginosa* в среде с 50% мутной воды интенсивность фотосинтеза в течение одних

суток снижается в 1,6, а в среде с 75% мутной воды – в 3,6 раза. При увеличении концентрации морской воды до 90 и 100% снижение интенсивности фотосинтеза прекращается, и его величина остается постоянной.

Таблица 2. Численность и интенсивность фотосинтеза фитопланктона северной части Черекского водохранилища на содержание хлоридов (в поверхностном слое воды)

Table 2. The number and intensity of photosynthesis of phytoplankton in the northern part of the Cherek reservoir chloride content (in the surface layer of water)

Станция	Фотосинтез, мкг С/л·ч	Численность, млн кл/л	С1, %	Станция	Фотосинтез, мкг С/л·ч	Численность, млн кл/л	С1, %
10.07.2022 г.				21.07.2022 г.			
1	43	15,9	0,03	1	24	4,9	2,24
2	24	14,5	0,02	2	2	11,3	4,04
3	42	15,0	0,03	3	6	2,1	5,13
4	30	19,7	0,02	4	4	1,7	5,05
5	80	8,6	0,09	5	3	1,9	5,13

Оценка уровней кумуляции стронция в фитопланктоне, зависящих от интенсивности обмена веществ, показала, что при повышении солености воды до 2,5‰ КН этого элемента в пресноводном фитопланктоне, представленном главным образом видами *Microcystis aeruginosa* и *Aphanizomenon flos-aquae*, снижается в 26 раз, а в фитопланктоне с преобладанием желто-зеленых водорослей *Tribonema* и зеленых *Scenedesmus* – примерно в 100 раз. При аналогичном увеличении солености воды в альгологически чистых культурах *Scenedesmus quadricauda* КН стронция снижается в 46 раз, а *p. Microcystis* – лишь в 5. По-видимому, изученная концентрация хлоридов не оказывает значительного влияния на физиологическую активность *p. Microcystis*. Снижение КН стронция в этих водорослях могло зависеть от концентрации Са – химического аналога Sr, которая в мутной воде значительно выше, чем в пресной.

О том, что сине-зеленые водоросли *p. Microcystis* устойчивее *p. Scenedesmus* к изменениям солевого состава воды, свидетельствуют также данные прироста биомассы и интенсивности фотосинтеза. Отмечено, что в течение четырех суток биомасса *Microcystis* в контрольном и в варианте с

50% мутной воды (2,2‰) почти одинакова, однако на восьмые сутки опыта она увеличивается в 7 раз. Увеличивается также интенсивность фотосинтеза: на вторые сутки – в 1,68 раза, на восьмые – в 8, в то время как прирост биомассы *Scenedesmus* на протяжении всего опыта в этих же вариантах в основном не различался, а интенсивность фотосинтеза, наоборот, в случае повышенной солености воды снижалась почти в 2 раза. Поскольку *Scenedesmus* принадлежит к пластическим видам зеленых водорослей, можно предполагать, что другие виды их могут быть еще более чувствительны к увеличению содержания хлоридов в воде.

В фитопланктоне, представленном преимущественно зелеными водорослями с доминирующими видами *Scenedesmus quadricauda* и *Pediastrum boryanum*, ингибирующее действие сточных вод комбината на интенсивность фотосинтеза и его численность происходит в 17%-ной концентрации этого загрязнителя на 4-6-е сутки опыта. На 8-10-е сутки при той же концентрации сточных вод количество фитопланктона снижается в 5,4 раза. На 16-18-е сутки численность фитопланктона, в котором развиваются также *Phormidium* и *Merismopedia punctata*,

снижается в 17%-ном растворе сточных вод в 10, а в 33%-ном – в 40 раз. При этом резко снижается и число сине-зеленых водорослей. Опыты, проведенные с фитопланктоном, представленным в основном *Microcystis aeruginosa* и *Aphanizomenon flos-aquae*, показали, что 25%-ный раствор сточных вод комбината благоприятно влияет на их развитие, а в некоторой степени – и на его фотосинтетическую активность. При такой концентрации на 8 сутки опыта биомасса фитопланктона увеличивается по сравнению с контролем в 196 раз, в то время как интенсивность фотосинтеза – лишь в 1,6 раза. По-видимому, росту водорослей способствуют повышенные количества растворенных органических веществ, которые они усваивают непосредственно из водной среды. В 33%-ном растворе сточных вод роста биомассы фитопланктона не отмечено. Наоборот, на 17-е сутки опыта проявляется некоторая тенденция к ее снижению, причем за счет зеленых и диато-

мовых водорослей, в то время как численность сине-зеленых, особенно *Microcystis aeruginosa*, заметно не уменьшается. КН стронция в фитопланктоне, представленном теми же видами водорослей, снижается в 12 раз, а в альгологически чистой культуре *Microcystis* – в 24, что свидетельствует о неблагоприятном влиянии 33%-ного раствора сточных вод на фитопланктон.

Вывод. Таким образом, численность фитопланктона, а также его биомасса не всегда отражают истинную картину действия изученных факторов внешней среды на физиологическое состояние водорослей. В поверхностной пленке илов исследуемых водохранилищ общее число микроорганизмов и количество фотосинтеза большинства физиологических групп выше, чем в нижележащем слое грунта.

Влияния сточных вод на уровни накопления стронция в мертвом фитопланктоне не отмечено.

Список литературы

1. Казанчев С. Ч., Казанчева Л. А. Характеристика зональных особенностей эколого-гидрохимического режима водоемов КБР. Нальчик, 2003. 163 с.
2. Мирзоева А. А., Казанчева Л. А., Кумышева Ю. А., Тлупов Т. Х., Бжамбеева Д. А. Формирование фитопланктона малых водоемов Кабардино-Балкарской Республики // Актуальные проблемы технологии продуктов питания, туризма и торговли: сборник научных трудов II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик, 2021. С. 263–266.
3. Хабжоков А. Б. и др. Рекомендации по рыбоводно-биологическому освоению зональных особенностей водоемов КБР. Нальчик, 2008. 40 с.
4. Казанчев С. Ч., Казанчева Л. А., Кожаева Д. К., Таов Р. Х., Белянский А. В., Дышекова В. Ф. Влияние экологических факторов на формирование состава поверхностных вод // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 1(127). С. 1–12.
5. Кожаева С. К., Кожаева Д. К., и др. Комплексное использование водоемов КБР // Проблемы современного управления в агропромышленном комплексе: межвузовский сборник научных трудов. Владикавказ–Нальчик, 2007. С. 114–116.
6. Долов М. М., Гетоков О. О. Экология водных объектов на территории Центрального Предкавказья // Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность», посвященной памяти проф. Б. Х. Фиашева, Нальчик. 2022. С. 199–205.
7. Бессонов Н. М., Привезенцев Ю. А. Рыбохозяйственная гидрохимия. Москва: Агропромиздат, 1987. С. 140–145.
8. Кожаева Д. К., Казанчева Л. А., Мисаков А. С., Тхазапличева Ж. А., Казанчев С. Ч. Экологические аспекты совместного выращивания сеголетков зоо-бенто-фитофагов // Вестник Оренбургского государственного университета. 2007. № 12. С. 48–50.
9. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / М-во природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Гос. учреждение «Гидрохим. ин-т»; под ред. Боевой Л. В. Ч. 1. Ростов-на-Дону; Новочеркасск: НОК, 2009.
10. Долов М. М., Гетоков О. О., Хашегульгов Ш. Б., Чапанова Ф. И. Экологические исследования водоемов (практикум по дисциплинам: учение о гидросфере, методы экологических исследований. Нальчик, 2022. 120 с.

References

1. Kazanchev S.Ch., Kazancheva L.A. *Kharakteristika zonal'nykh osobennostey ekologo-gidrokhimicheskogo rezhima vodoyemov KBR* [Characteristics of zonal features of the ecological and hydrochemical regime of water bodies of the KBR]. Nalchik, 2003. 163 p. (In Russ.)
2. Mirzoeva A.A., Kazancheva L.A., Kumysheva Yu.A., Tlupov T.H., Bzhambeeva D.A. Formation of phytoplankton of small reservoirs of the Kabardino-Balkarian Republic. *Aktual'nyye problemy tekhnologii produktov pitaniya, turizma i trgovli: sbornik nauchnykh trudov II Vserossiyskoy (natsional'noy) nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Actual problems of food technology, tourism and trade: collection of scientific papers of the II All-Russian (national) scientific-practical conference]. Nalchik, 2021. Pp. 263–266. (In Russ.)
3. Khabzhokov A.B. [et al.]. *Rekomendatsii po rybovodno-biologicheskomu osvoyeniyu zonal'nykh osobennostey vodoyemov KBR* [Recommendations for fish breeding and biological development of zonal features of water bodies of the KBR]. Nalchik, 2008. 40 p. (In Russ.)
4. Kazanchev S.Ch., Kazancheva L.A., Kozhaeva D.K., Taov R.K., Belyanskii A.V., Dishekova V.F. The impact of environmental factors on the formation of surface waters composition. *International Research Journal*. 2023;1(127):1–12. (In Russ.)
5. Kozhaeva S.K., Kozhaeva D.K. [et al.]. Complex use of reservoirs of the KBR. *Problemy sovremennogo upravleniya v agropromyshlennom komplekse: mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov* [Problems of modern management in the agro-industrial complex: interuniversity collection of scientific papers]. Vladikavkaz–Nalchik, 2007. Pp. 114–116. (In Russ.)
6. Dolov M.M., Getokov O.O. Ecology of water bodies on the territory of the Central Ciscaucasia. *Materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Sel'skokhozyaystvennoye zemlepol'zovaniye i prodovol'stvennaya bezopasnost'», posvyashchennoy pamyati prof. B.Kh. Fiapsheva*. [Proceedings of the VIII International scientific and practical conference "Agricultural land use and food security", dedicated to the memory of prof. B.H. Fiapshev, Nalchik. 2022. Pp. 199–205. (In Russ.)
7. Bessonov N.M., Privezentsev Yu.A. *Rybokhozyaystvennaya gidrokhiya*. [Fishery hydrochemistry]. Moscow: Agropromizdat, 1987. Pp. 140–145. (In Russ.)
8. Kozhaeva D.K., Kazancheva L.A., Misakov A.S., Tk hazaplizheva Zh.A., Kazanchev S.Ch. Ecological aspects of underyearlings' joint growth of zoo-bento-phyto-phages. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2007;(12):48–50. (In Russ.)
9. *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu poverkhnostnykh vod sushi* [Guidance on the chemical analysis of surface waters of land]. *M-vo prirodnnykh resursov i ekologii Rossiyskoy Federatsii, Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchey sredy (Rosgidromet), Gos. uchrezhdeniye «Gidrokhim. in-t»; pod red. Boyevoy L.V. Ch. 1* [Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation, Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (Roshydromet), Gos. institution "Hydrochem. in-t"; ed. Fighting L.V. Part 1], Rostov-on-Don; Novocherkassk: NOK, 2009. (In Russ.)
10. Dolov M.M., Getokov O.O., Khashegul'gov Sh.B., Chapanova F.I. *Ekologicheskiye issledovaniya vodoyemov (praktikum po distsiplinam: ucheniye o gidrosfere, metody ekologicheskikh issledovaniy)* [Ecological studies of water bodies (workshop on disciplines: the doctrine of the hydrosphere, methods of ecological research]. Nazran, 2022. 120 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Тлупов Тимур Хадирович – кандидат биологических наук, доцент кафедры товароведения, туризма и права, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 144842

Казанчев Сафарби Чанович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 2481-1855, Author ID: 334618, Scopus ID: 57204513392

Казанчева Людмила Атабиевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии продуктов общественного питания и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1920-3335, Author ID: 334619

Таов Рустам Харунович – аспирант кафедры зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 2113-6590, Author ID: 1016597

Information about the authors

Timur Kh. Tlupov – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Commodity Science, Tourism and Law, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 144842.

Safarbi Ch. Kazanchev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Science and Veterinary and Sanitary Expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2481-1855, Author ID: 334618, Scopus ID: 57204513392

Lyudmila A. Kazancheva – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Public Catering Products and Chemistry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov", SPIN-code: 1920-3335, Author ID: 334619

Rustam Kh. Taov – Postgraduate student of the Department of Animal Science and Veterinary and Sanitary Expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2113-6590, Author ID: 1016597

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 15.05.2023;
одобрена после рецензирования 31.05.2023;
принята к публикации 09.06.2023.*

*The article was submitted 15.05.2023;
approved after reviewing 31.05.2023;
accepted for publication 09.06.2023.*