

Формирование таксономического состава сообществ фитопланктона искусственных водоемов урбанизированных территорий (на примере Подмосковья)

Formation of the taxonomic composition of phytoplankton communities in artificial reservoirs of urbanized territories (on the example of the Moscow region)

Анциферова Г. А.¹, Нкурунзиза Р. М.¹, Русова Н. И.², Галкина Е. С.¹, Когаров В. В.¹, Хотак М. Ю.¹

Antsiferova G. A.¹, Nkurunziza R. M.¹, Rusova N. I.², Galkina E. S.¹, Kogarov V. V.¹, Khotak M. U.¹

¹Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия. E-mail: g_antsiferova@mail.ru

¹Voronezh State University, Voronezh, Russia

²Военно-морской политехнический институт ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», г. Санкт-Петербург, Россия.

E-mail: nadezhda_minnikova@mail.ru

²Naval Polytechnic Institute VUNTs of the Navy «Naval Academy», St. Petersburg, Russia

Реферат. Таксономический состав сообществ фитопланктона прудов Подмосковья отражает стабильность класса и разряда качества вод. Распространение видов цианобактерий, характерных для загрязненных местообитаний в условиях альголизации вод, не вызывает их «цветения».

Ключевые слова. Альголизация, класс качества вод, пруды, фитопланктон, эколого-биологическая оценка.

Summary. Taxonomic composition of phytoplankton communities in ponds of the Moscow region reflects the stability of the class and category of water quality. The proliferation of cyanobacteria species typical for polluted habitats in terms of water algolization does not cause them to «blossom».

Key words. Algolization, water quality class, ponds, phytoplankton, ecological and biological assessment.

В Подмосковье водоемы «Балашиха» представлены прудами Безымянный, Серебряный, Желтый, Золотой, Кучинский, Васильевский, оз. Аниськино, Заря, Саввинский, Керамик. В течение вегетационного сезона 2019 г. в мае, июле и сентябре отбирались пробы фитопланктона. В них изучался таксономический состав сообществ микроводорослей и цианобактерий, и по составу видов индикаторов определялось эколого-биологическое качество вод. В данных водоемах с 2016 по 2019 гг. проводилась альголизация путем внедрения в состав сообществ фитопланктона зеленой микроводоросли рода *Chlorella* в виде суспензии хлореллы штамма *Chlorella kessleri* ВКПМ А1-11 ARW по методу, запатентованному Н. И. Богдановым (Патент).

В общем составе фитопланктона преобладают диатомовые и зеленые водоросли и цианобактерии. По таксономическому разнообразию им значительно уступают эвгленовые, желто-зеленые, золотистые и пиррофитовые водоросли. Они распространены не повсеместно и представлены 1–2 родами и видами, но в июле и сентябре месяце эвгленовые водоросли насчитывают до 3–6 и до 3–9 родов и видов соответственно. Их большее разнообразие указывает на увеличение загрязнения вод органическими соединениями.

Среди диатомовых водорослей в течение вегетационного сезона с оценками обилия «единично» – «нередко» распространены *Melosira varians* Ag., *Cyclotella comensis* Hust., *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *Aulacoseira alpigena* (Grun.) Krammer, *Aulacoseira islandica* ssp. *helvetica* (O. Müll.) Sim., *Fragilaria capucina* Desm., *Fragilaria construens* (Ehr.) Grun., *Synedra acus* var. *angutissima* Grun., *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr., *Synedra acus* var. *angutissima* Grun., *Diatoma elongatum* (Ag.) V. H., *Asterionella*

formosa Hass., *Cocconeis placentula* Ehr., *Navicula cryptocephala* Kütz., *Diploneis ovalis* (Hils.) Cl., *Nitzschia acicularis* W. Sm.

В мае месяце в таксономическом и экологическом составе выделяется практически повсеместное присутствие с оценками обилия «единично» – «нередко» цианобактерий, принадлежащих видам загрязненных местообитаний. Например, *Ostillatoria lauterborni* Schmidle, *Ostillatoria princeps* Vaucher, *Ostillatoria putrida* Schmidle (полисапробный вид, оз. Аниськино – оценка обилия «очень часто»), *Ostillatoria splendida* Grev., *Ostillatoria terebriformis* Ag., *Phormidium tenue* (Menegh.) Gom., *Anabaena constricta* (Staf.) Geitl., вид «цветения» вод *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Breb. («нередко»), а также видом *Ostillatoria limnetica* Lemm., *Phormidium molle* (Kütz.) Gom., *Pseudoanabaena catenata* Lauterb., характерными для загрязненных и грязных вод, с оценкой обилия до «очень часто» (и некоторые другие).

По таксономическому разнообразию им значительно уступают эвгленовые, желто-зеленые, золотистые и пиррифитовые водоросли. Они распространены не повсеместно и представлены 1–2 родами и видами, но в июле и сентябре месяце эвгленовые водоросли насчитывают до 3–6 и до 3–9 родов и видов соответственно. Их большее разнообразие указывает на загрязнение вод органическими соединениями. Среди них с оценками обилия до «часто» и «очень часто» наблюдаются *Trachelomonas planctonica* Swir. и *Euglena polymorpha* Dang. (вид характерен для загрязненных вод).

Показатели средней численности по изученным водоемам «Балашиха» изменяются от 0,94 до 1,00, лишь в пруду Безымянный увеличивается до 1,02 млн кл./л. Средняя биомасса в водоемах составляет от 0,79–0,83 до 1,74 мг/л, в пруду Васильевский и оз. Аниськино достигает показателей 2,35 и 3,00 мг/л соответственно. Данные значения свидетельствуют об интенсивно протекающих процессах самоочищения вод.

В прудах Желтый, Золотой, Кучинский, Заря и Саввинский показатели сапробности располагаются в диапазоне 1,51–2,00. Это указывает, что при III классе «Умеренно (слабо) загрязненные», или «Удовлетворительной чистоты» воды имеют разряд качества 3а «Достаточно чистые» (Барина и др., 2006; Макрушин, 1974).

Воды прудов Безымянный и оз. Аниськино имеют показатель сапробности по 2,02, пруды Васильевский и Керамик – по 2,07 соответственно. Данные показатели в диапазоне 2,01–2,50 указывают, что при III классе качества воды имеют разряд качества 3 б «Слабо загрязненные». По степени кризисности данные водные экосистемы относятся к стадии обратимых изменений.

Воды пруда Серебряный имеют индекс сапробности 3,38, что соответствует IV классу «Загрязненные» при разряде качества 4 б «Сильно загрязненные» (диапазон сапробности 2,51–3,50). По степени кризисности экосистема относится к пороговой стадии.

В июле месяце в таксономическом и экологическом составе следует выделить практически повсеместное присутствие с оценками обилия «единично» – «нередко» цианобактерий, принадлежащих видам загрязненных местообитаний. Например, *Ostillatoria lauterborni* Schmidle, *Ostillatoria putrida* Schmidle, *Ostillatoria granulata* Kütz., *Ostillatoria princeps* Vaucher, *Phormidium tenue* (Menegh.) Gom., *Anabaena constricta* (Staf.) Geitl., видами, характерными для загрязненных и грязных вод, имеющие оценки обилия от «нередко» до «очень часто».

Показатели средней численности по изученным водоемам «Балашиха» изменяются от 0,94 до 1,06 млн кл./л. Средняя биомасса в водоемах составляет от 0,58–0,65 до 1,74 мг/л, в прудах Кучинский и Васильевский достигает показателей 2,35 и 3,00 мг/л соответственно, в пруду Саввинский увеличивается до 5,03 мг/л.

В прудах Желтый, Кучинский, Васильевский, Заря, Саввинский и Керамик показатели сапробности располагаются в диапазоне 1,51–2,00. Это указывает, что воды при III классе «Умеренно (слабо) загрязненные», или «Удовлетворительной чистоты» имеют разряд качества 3а «Достаточно чистые».

Воды прудов Безымянный, Золотой и Серебряный имеют показатели сапробности в диапазоне 2,01–2,50 от 2,07, 2,21 и 2,20 соответственно. Данные показатели указывают, что при III классе качества воды имеют разряд качества 3б «Слабо загрязненные». Воды оз. Аниськино имеют индекс сапробности 2,58, что соответствует IV классу «Загрязненные» при разряде качества 4а «Умеренно загрязненные» (диапазон сапробности 2,51–3,00). По степени кризисности данные водные экосистемы относятся к стадии обратимых изменений.

В сентябре месяце в таксономическом и экологическом составе практически повсеместное распространение с оценками обилия от «единично» – «нередко» до «нередко» и «очень часто» цианобактерий, принадлежащих видам загрязненных местообитаний. Например, *Ostillatoria lauterborni* Schmidle, *Ostillatoria putrida* Schmidle, *Ostillatoria granulata* Kütz., *Phormidium tenue* (Menegh.) Gom., *Anabaena constricta* (Staf.) Geitl., видами, характерными для загрязненных и грязных вод, имеющие оценки обилия от «нередко» до «очень часто».

Показатели средней численности по изученным водоемам «Балашиха» изменяются в течение вегетационного сезона незначительно, в диапазоне от 0,96 до 1,04 млн кл./л.

Средняя биомасса в водоемах в течение вегетационного сезона составляет от 1,05–1,33 до 1,62–1,80 мг/л и до 2,64 мг/л, и лишь в пруду Саввинский в июле месяце она увеличивается до 5,03 мг/л.

Согласно показателям коэффициентов сапробности Пантле-Букка в модификации Сладечека класс качества вод достаточно стабильный.

Для прудов Саввинский, Желтый, Заря, Кучинский, Керамик, Безыманный, Золотой и Васильевский воды относятся к классу III Удовлетворительной чистоты. В пруду Серебряный класс качества меняется от IV Загрязненные воды (май) к III – Удовлетворительной чистоты (июль, сентябрь).

В оз. Аниськино прослеживается ухудшение качества вод, от III класса Удовлетворительной чистоты (май) к IV классу Загрязненные воды (июль, сентябрь).

Изменения разряда качества вод в течение вегетационного сезона по месяцам опробования происходит достаточно сложно. В пределах III класса Удовлетворительной чистоты он может оставаться в значениях 3а – Достаточно чистые воды, изменяясь до показателей, которые соответствуют разряду качества 3б – Слабо загрязненные воды, что отвечает диапазонам распределения индексов сапробности в пределах от 1,5–2,00 и 2,01–2,50 соответственно.

Более сложно протекают процессы, вызывающие изменения не только класса, но и разряда качества вод. В пруду Серебряный, в котором класс качества меняется от IV Загрязненные воды (май) при разряде качества 4б – Сильно загрязненные к III – Удовлетворительной чистоты (июль, сентябрь), когда разряд качества в июле месяце представляется как 3б – Слабо загрязненные и, затем, в сентябре, качество вод улучшается до разряда 3а – Достаточно чистые.

В оз. Аниськино прослеживается ухудшение качества вод, от III класса Удовлетворительной чистоты (май) при разряде качества 3б – Слабо загрязненные, к IV классу Загрязненные воды (июль, сентябрь) при разряде качества 4а – Умеренно загрязненные воды (диапазон сапробности 2,51–3,00).

По степени кризисности рассмотренные водные экосистемы относятся к стадии обратимых изменений. Исключение составило состояние экосистемы пруда Серебряный в мае месяце, когда, согласно индексу сапробности равному 3,38 (класс IV – Загрязненные, разряд качества 4б Сильно загрязненные), по степени кризисности достигла пороговой стадии. Однако в июле воды от «Слабо загрязненных вод» перешли в сентябре в разряд «Достаточно чистых», что по степени кризисности позволило отнести эколого-биологическое состояние водной экосистемы к стадии обратимых изменений.

Исследование эколого-биологического состояния искусственных водных объектов «Балашиха» показывают, что в вегетационный сезон 2019 г. наблюдается повсеместное распространение видов цианобактерий загрязненных местообитаний. В том числе, это такие виды как *Ostillatoria lauterborni* Schmidle, *Ostillatoria putrida* Schmidle и другие, которые часто определяют «цветение» вод подобных водных объектов, например, прудов, расположенных на территории Белгородской и Курской областей центральных районов европейской части России. Однако в изученных прудах они не получают массового развития, не вызывают «цветения» вод. Очевидно, это определяется высоким уровнем процессов самоочищения вод, которые в значительной мере контролируются и управляются альголизацией вод (Анциферова и др., 2019а, б).

Благодарности. Исследование выполнено при поддержке РФФИ, проект 10-05-00779.

ЛИТЕРАТУРА

Анциферова Г. А., Петросян В. С., Акимов Л. М., Галкина Е. С. Прогноз преобразований экологического состояния водных объектов в условиях глобальных климатических изменений. // Проблемы природопользования и

экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях: Сб. науч. ст. по материалам VIII междунар. науч. конфр. (22–25 октября 2019 г., Белгород) – Белгород ИД Белгород» НИУ, 2019а. – С. 30–34.

Анциферова Г. А., Акимов Л. М., Галкина Е. С., Русова Н. И., Кульнев В. В. Санитарно-биологическое качество поверхностных вод на урбанизированных территориях. // Теоретические и прикладные проблемы географической науки: демографический, социальный, правовой, экономический и экологический аспекты: Сб. науч. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конфр. (12-16 ноября 2019 г., Воронеж) – Воронеж 2019б. – С. 369–375.

Барина С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. – Тель-Авив: 2006. – 496 с.

Макрушин А. В. Биологический анализ качества вод. – Л.: Зоологический институт АН СССР, 1974. – 60 с.

Патент. № 2585523 РФ. Богданов Н. И. Планктонный штамм *Chlorella kessleri* для предотвращения «цветения» водоемов синезелеными водорослями. Опубликовано 27.05.2016.