

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии.
2017. – Т. 26, № 3. – С. 187-192.

УДК 582.26:574

СИНЕЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ ВОДОЁМОВ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2017 О.Г. Горохова

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти (Россия)

Поступила 12.04.2017

В статье рассмотрена роль синезеленых водорослей в планктоне водоемов и водотоков Самарской области. Приведены сведения разных авторов по данным исследований за длительный период.

Ключевые слова: Синезеленые водоросли, доминирующие виды, Самарская область.

Gorochova O.G. The role of blue-green algae in the plankton of reservoirs and watercourses in the Samara region is examined. – The data of different authors on the data of studies for a long period are given.

Key words: Blue-green algae, dominant species, Samara region.

Проблема антропогенного эвтрофирования природных вод остаётся одной из актуальных проблем современности, а такое проявление эвтрофирования как «цветение» воды заставляет искать способы его предотвращения или регулирования. Водоросли, как первичные продуценты, не только характеризуют трофическое состояние водного объекта, но являются показателями силы и направленности воздействия эвтрофирующих факторов. Длительные ряды наблюдений за состоянием экосистемы водоёма позволяют проследить изменения видового состава, структуры сообществ водорослей, характера сезонной динамики фитопланктона, что даёт возможность судить и об изменении трофического статуса (Сиренко, Гавриленко, 1978; Охалкин, 1999; Фитопланктон Нижней..., 2003; Корнева, 2015). Особенно неблагоприятно для экосистемы водоёмов и для водопользователей массовое развитие планктонных видов синезелёных водорослей (Cyanoprokaryota). Они благополучно развиваются в условиях антропогенного эвтрофирования, могут вытеснять другие виды, кроме того, выделяют токсины, что особенно негативно сказывается на качестве воды.

На протяжении многих десятилетий водные экосистемы Поволжья испытывают усиление антропогенного воздействия, в том числе биогенной нагрузки, как непосредственно, так и на водосборную площадь. В Самарской области эвтрофирование водоёмов и водотоков обусловлено высоким уровнем промышленного и сельскохозяйственного освоения территории, трансформацией естественного гид-

Горохова Ольга Геннадьевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории экологии малых рек, o.gorokhova@yandex.ru

рологического режима (зарегулирование) и непосредственным использованием водных объектов для нужд населения.

Судить о той роли, которую синезелёные водоросли играют в водоёмах Самарской области можно уже по таким ранним публикациям как, например, монография геоботаника Александра Петровича Шенникова «Волжские луга Средне-Волжской области» (Шенников, 1930). Она написана по данным исследований в 1914-21 гг. Автор отмечает, что летний фитопланктон озёр в пойме Волги характеризуется почти исключительным преобладанием синезелёных, и что «цветение воды» – обычное явление в июле-августе. В дальнейшем исследователи (Белихов, Колосова, 1940; Киселев, 1948; Приймаченко, 1965) неоднократно отмечали доминирование синезелёных водорослей и «цветение» воды в летнем планктоне мелководий, придаточных водоёмов Волги (пойменных озёр, затонов), наблюдали небольшое или локальное «цветение» воды в заливах, в устьях рек, по берегам у крупных населённых пунктов. Однако планктон русла Волги был диатомовый. Если исследователи начала прошлого века среди преобладающих форм синезелёных называли в основном представителей рода *Anabaena* и *Aphanizomenon flos-aquae*, то в период 30-50-х гг. к доминирующим и вызывающим «цветение» относили уже довольно много видов: кроме вышеназванных также виды рода *Microcystis* (*M. aeruginosa* Kütz., *M. pulverea* (Wood) Forti et var.), *Woronichinia naegeliana* (Ung.) Elenk., и ряд других (Кузнецова, 1961; Приймаченко, 1965; Миргородченко, 1968).

К середине прошлого столетия о фитопланктоне Волги на участке будущих Куйбышевского и Саратовского водохранилищ накоплен большой материал. Анализируя его, исследователи обращают внимание на смену лидирующих форм водорослей и возрастание значения синезелёных в планктоне незарегулированной Волги и её пойменных водоёмов. Эти изменения в развитии фитопланктона рассматривали как отражение прогрессирующего антропогенного эвтрофирования реки до образования первых водохранилищ (Мороховец, 1959; Стройкина, 1960; Приймаченко, 1965; Миргородченко, 1968, 1974; Андросова, 1983; Герасимова, 1996; Попченко, 2001; Паутова, Номоконова, 2001).

Исследования, касающиеся Куйбышевского и Саратовского водохранилищ в начале их существования, выявили происходящие в фитопланктоне изменения состава, таксономической структуры и соотношения преобладающих групп водорослей. Что касается синезелёных, то после зарегулирования они упрочили свои позиции.

Изменился уровень количественного развития *Cyanoprokaryota*: численность возросла в несколько раз по сравнению с р. Волгой, а их роль среди доминирующих видов усилилась. К примеру, в Куйбышевском водохранилище уже в первые годы наблюдали существенное увеличение содержания синезелёных, их доминирование в планктоне ниже Камского устья, интенсивное «цветение» воды Приплотинного плёса, крупных заливов и мелководий с июля до октября (Мороховец, 1959; Стройкина, 1960; Миргородченко, 1974). По данным первых лет исследований можно привести максимальную биомассу синезелёных во время «цветения» – она достигала десятков и сотен мг/л: 100 мг/л – в заливе Майна, 150 – в Черемшанском заливе, максимальные величины (до 2000 мг/л) отмечены на пойме Центрального плёса Куйбышевского водохранилища (Миргородченко, 1974).

Исследователи отмечают изменение распределения синезелёных по акватории Куйбышевского и Саратовского водохранилищ: количество цианопрокариот увеличивается от верхних участков к предплотинным, где наблюдается интенсивное

«цветение» воды; в верхних же участках (особенно Саратовского водохранилища) количество цианопрокариот снижается после прохождения чрез плотину ГЭС и в планктоне они обычно не доминируют (Герасимова, 1996; Попченко, 2001). Обильны синезелёные в устьевых участках рек-притоков, которые находятся в подпоре. На Куйбышевском водохранилище это, например, нижнее течение р. Уса. Биомасса цианопрокариот в Усинском заливе по данным исследований 2012-16 гг. достигала 87 мг/л (Горохова, 2016). По данным многолетних наблюдений (период 80-2000-х гг.) одним из самых продуктивных участков Куйбышевского водохранилища является Черемшанский залив: средняя величина численности водорослей планктона здесь составляет 88,7 млн кл./л, биомассы – 16,2 мг/л., содержание хлорофилла «а» – 38,1 мг/м³; причем они превышают эти показатели в самом водохранилище (Экология фитопланктона..., 1989; Фитопланктон Нижней..., 2003). Тем не менее, негативным следует считать наблюдаемое обильное развитие синезелёных водорослей, доминирующих не только по численности, но и по биомассе и интенсивное «цветение» воды заливов, что характерно для высокоэвтрофных вод. На Саратовском водохранилище максимальными величинами биомассы синезелёных (до 24 мг/л), отличается устье р. Чапаевка (Попченко, 2001).

После зарегулирования Волги наблюдается изменение сроков массового развития *Cyanoprokaryota*. Многие исследователи отмечают раннее интенсивное развитие их на прибрежных прогреваемых мелководьях, с которых «цветение» распространяется на акваторию водохранилищ, а время их массового развития может быть растянуто до октября (Миргородченко, 1974; Герасимова, 1996; Попченко, 2001); эти особенности различаются по годам и зависят от гидрометеорологических условий разных лет.

В многолетнем аспекте прослеживается увеличение разнообразия цианопрокариот. Например, количество их видов, указанное исследователями для Куйбышевского и Саратовского водохранилищ по данным разных лет (Приймаченко, 1959; Хазова, Шило, 1968; Герасимова, Далечина, 1977; Герасимова, 1996; Экология фитопланктона..., 1989; Попченко, 2001; Фитопланктон Нижней..., 2003) постоянно возрастает от 15-20 (до зарегулирования) до нескольких десятков к настоящему времени, что, безусловно, связано не только с лучшей изученностью альгофлоры этих водоёмов, но и лимнизацией стока Волги и антропогенным эвтрофированием.

Наблюдаются преобразования, касающиеся состава и соотношения доминирующих видов *Cyanoprokaryota*. В частности бóльшее значение в планктоне приобрели безгетероцистные формы, например, виды рода *Microcystis*, а в 70-90 гг. отмечено увеличение роли нитчатых форм синезелёных из родов *Oscillatoria*, *Lyngbya*, что следует рассматривать как показатель эвтрофирования (Экология фитопланктона..., 1989; Фитопланктон Нижней..., 2003).

Изучению фитопланктона Куйбышевского и Саратовского водохранилищ в последние десятилетия уделялось много внимания. Результаты систематических исследований содержатся в ряде публикаций (Экология фитопланктона..., 1989; Герасимова, 1996; Попченко, 2001; Фитопланктон Нижней..., 2003 и др.).

К основному составу массовых форм *Cyanoprokaryota* Куйбышевского и Саратовского водохранилищ относятся: *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs., *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk., *M. wesenbergii* Kom., *M. pulverea* (Wood) Forti emend. Elenk., *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Breb., *A. planctonica* Brunn., *Planktolyngbya limnetica* (Lemm.) Kom.-Legn. et Cronb., *Pseudanabaena limnetica* (Lemm.) Kom., *P.*

mucicola (Hub.-Pest. et Naum.) Schwabe, *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anagn. et. Kom. и др. Это широко распространённые в эвтрофных континентальных водах виды, многие из них по литературным сведениям потенциально токсичны.

Виду *Planktothrix agardhii* в настоящее время уделяют большое внимание, считая его массовое развитие показателем антропогенного эвтрофирования; по литературным данным вид является одним из частых возбудителей «цветения» воды. В Куйбышевском водохранилище *Planktothrix agardhii* зарегистрирован как доминирующая форма. По данным 2006-09 гг. вид в массовом количестве отмечен на мелководьях Волго-Камского плёса и в прибрежной зоне Приплотинного плёса Куйбышевского водохранилища (Тарасова и др., 2012). В планктоне Усинского залива вид является одним из доминирующих в период «цветения» воды, его максимальная численность и биомасса составили 74,9 млн кл./л и 3,9 мг/л (Горохова, 2016). В бассейне Нижней Волги *Planktothrix agardhii*, по-видимому, довольно распространён и развивается в водоёмах и водотоках в широком диапазоне условий. По данным наших исследований в 1997-1999 гг. он встречался в водоёмах Волго-Ахтубинской поймы (Фитопланктон Нижней..., 2003). Наиболее интересен пример нахождения вида в водотоках аридной зоны Прикаспийской низменности. Так, в ходе комплексных экологических исследований, проводимых на гипергалинном озере Эльтон и питающих его солёных реках, нами отмечено доминирование *Planktothrix agardhii* в запрудах с опресненной водой на некоторых из этих рек. Вид может доминировать в планктоне с мая по сентябрь, при минерализации воды 1-3 г/л и температуре от 11 до 30 °С (Горохова, Зинченко, 2016).

На территории Самарской области «цветение» воды наблюдается в различных типах водных объектов: подвержены ему и многие малые водоёмы. Особенно типично обильное развитие водорослей для планктона бессточных водоёмов (озёр, прудов) многие из которых находятся в пределах рекреационной зоны городов и населенных пунктов. Для большинства таких водоёмов система мониторинга «цветения» отсутствует, хотя они активно используются населением. В этом отношении особенно актуальны исследования водоёмов, в которых «цветение» вызывают Cyanoprokaryota. Планктон целого ряда разнотипных малых водоёмов, находящихся в зоне антропогенного воздействия и на охраняемых территориях Самарской области изучается в ходе комплексных гидробиологических работ ИЭВБ РАН с 90-х годов (Розенберг и др., 2006; Матвеев и др., 2008). Установлено, что для исследованных водоёмов, эвтрофных по содержанию биогенных веществ, массовое развитие водорослей и «цветение» воды – характерные явления (Горохова, 2013, 2017). В целом для пойменных водоёмов и стариц, имеющих временную или постоянную связь с водохранилищами, нередко отмечается обильное развитие цианопрокариот, доминирующих в водохранилищах Волги (видов рода *Microcystis*, *Anabaena*). В бессточных малых водоёмах к «цветению» чаще приводит развитие Chlorophyta. Однако нами отмечено 8 видов Cyanoprokaryota, с участием которых зарегистрировано 29 случаев «цветения». Максимальная биомасса – у вида *Planktothrix agardhii* (79,1 мг/л, что составило 99% от суммарной биомассы фитопланктона) во время его обильного развития в прудах у населённых пунктов. Кроме того ещё 4 вида (*A. planctonica*, *A. spiroides*, *M. aeruginosa*, *M. pulvereae*) достигали биомассы 10-80 мг/л, что составляло до 35-99% суммарной биомассы фитопланктона. В одном из прудов отмечено массовое развитие такого вида как *Sphaerospermopsis reniformis* (Lemm.) Zapom., et al. (= *Anabaena reniformis* Lemm.) с биомассой до 9,8 мг/л. Вид по литературным данным токсичен и развивается в массе в водах загрязнённых отходами

животноводческих ферм. Интересны единичные находки этого вида в планктоне Усинского залива в аномально жарком 2010 г. и в одном из пойменных озёр.

Таким образом, в различных типах водных объектов Самарской области *Cyano-prokaryota* в настоящее время – одна из ведущих групп автотрофных организмов. По видовому богатству доля их видов в разных водоемах достигает 8-13%. Численность же и биомасса цианопрокариот в летнем планктоне часто составляет более 50% от суммарной, а в случае массового развития достигает 90-99%. Случаи обнаружения массового развития потенциально токсичных видов в водохранилищах и водоёмах связанных с ними, требуют мониторинговых исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андросова Е.Я.** Фитопланктон. Куйбышевское водохранилище. Л., 1983. С. 102-110.
- Белихов Д.В., Колосова С.И.** Река Волга в районе г. Самары, по данным биологического анализа 1931-1934 гг. и 1939 г. Ботаническая часть // Ученые записки Казанского гос. пед. ин-та. 1940. В. 2. С. 80-105.
- Герасимова Н.А.** Фитопланктон Саратовского и Волгоградского водохранилищ. Тольятти: ИЭВБ РАН, 1996. 200 с. – **Герасимова Н.А., Далечина И.Н.** Фитопланктон Волги до и после сооружения Саратовской ГЭС. Нижняя Волга и ее водохранилища // Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ. 1977. Т. 15. С. 40-44. – **Горохова О.Г.** Характеристика трофического состояния малых водоёмов Средне-Волжского биосферного резервата по фитопланктону // Вода: химия и экология, 2013. № 11. с. 46-53. – **Горохова О.Г.** Состав и структура сообществ фитопланктона Усинского залива Куйбышевского водохранилища в период «цветения» воды // Известия СамНЦ РАН, 2016. Т. 18. № 5. С. 122-130. – **Горохова О.Г.** Состав массовых видов и структура альгоценозов при «цветении» воды в малых водоёмах юга лесостепного Поволжья) // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2017. в печати – **Горохова О. Г., Зинченко Т.Д.** Особенности альгоценозов солёных рек юга России // «Вода: химия и экология», 2016. № 11. С. 58-65.
- Киселев И.А.** К вопросу о качественном и количественном составе фитопланктона водохранилища на Волге // Тр. Зоолог. инст. АН СССР. 1948. – **Кузнецова А.А.** Сток фитопланктона р. Волги у г. Куйбышева в незарегулированном потоке // Тр. Куйбышев. Мед. ин-та. Куйбышев, 1961. Т. 16. С. 31-38.
- Матвеев В.И., Горохова О.Г., Паутова В.Н., Номоконова В.И., Соловьева В.В.** Альгологические исследования малых водоемов Самарской области в историческом аспекте // Изв. СамНЦ РАН, 2008, № 5/1, Т. 10. С. 24-33. – **Миргородченко Н.Н.** Особенности альгологического режима в летне-осенний период 1963-1966 гг. // Волга-1: Первая науч. конф. по изучению водоемов бассейна Волги. Тольятти, 1968. С. 99-100. – **Миргородченко Н.Н.** Фитопланктон и первичная продукция мелководий Куйбышевского водохранилища // Изв. ГосНИОРХ. 1974. Т. 89. С. 165-166. – **Мороховец Л.В.** Фитопланктон Куйбышевского водохранилища в год его заполнения // Тр. ИБВ АН СССР. 1959. Вып. 2 (5). С. 22-30.
- Паутова В.Н., Номоконова В.И.** Динамика фитопланктона Нижней Волги от реки к каскаду водохранилищ. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2001. 279 с. – **Приймаченко А.Д.** Синезеленые водоросли планктона Волги до и после зарегулирования стока / Экология и физиология синезеленых водорослей. М.: Наука, 1965. С. 34-39. – **Попченко И.И.** Видовой состав и динамика фитопланктона Саратовского водохранилища. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2001. 148 с.
- Розенберг Г.С., Паутова В.Н., Пospelов А.П., Пospelова М.Д., Номоконова В.И., Горбунов М.Ю., Уманская М.В., Малиновская Е.П., Горохова О.Г., Быкова С.В., Жариков В.В., Романова Е.П., Шошин А.А.** Комплексная характеристика некоторых

водоемов юго-восточной части национального парка «Самарская Лука» // Бюл. «Самарская Лука». 2006. № 18. С. 38-96.

Стройкина В.Г. Численность и биомасса синезелёных водорослей в поверхностном горизонте воды Куйбышевского водохранилища в период «цветения» 1957-1958 гг. // Бюл. ИБВВ АН СССР. 1960. № 8-9. С. 9-13.

Тарасова Н.Г., Буркова Т.Н., Унковская Е.Н. Фитопланктон Куйбышевского водохранилища (Россия) в современный период / тез. IV Междунар. конф. «Актуальные проблемы современной альгологии». Киев. Украина. 2012. С. 291-292.

Фитопланктон Нижней Волги. Водоохранилища и низовье реки. СПб.: Наука, 2003. 288 с.

Экология фитопланктона Куйбышевского водохранилища. Л.: Наука. 1989. 304 с.

Шенников А.П. Волжские луга Средне-Волжской области. Изд-во Ульяновского окрземууправления, 1930. 386 с.