ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ФЛОРИСТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ИНДИКАТОРНЫХ СООБЩЕСТВ ВОДОРОСЛЕЙ

Фаина ШКУНДИНА, Динара САХАБУТДИНОВА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Башкирский государственный университет», 450076, Российская Федерация, город Уфа, улица Заки Валиди 32, биологический факультет, телефон 8 (347) 273-67-78, e-mail: shkundinafb@mail.ru

We used some of the approaches of ecological-floristic classification for the identification of indicator species. The indicator species are used then to assess the environmental conditions in river Belay, Pavlovskoe Reservoir and territory town Sterlitamak Town. The composition of communities reflects the changes in the degree of eutrophication of the water bodies.

Ключевые слова: водоросли, Cyanoprokaryota, фитопланктон, эколого-флористическая классификация, сообщества

Введение

Для мониторинга водных экосистем широко используются индикаторные виды и сообщества. Метод классификации растительности Браун-Бланке основывается на группировке сообществ в соответствии с подобием флористического состава, который отображает экологические условия и стадию сукцессии [2]. Для классификации сообществ фитопланктона мы использовали эту методику при изучении горизонтального распределения планктонных водорослей и цианопрокариот Павловского водохранилища [5] и для выделения экологических групп индикаторных видов цианопрокариотно-водорослевых ценозов в реках на территории г. Стерлитамака [4]. Целью нашего исследования явилось выявление индикаторных сообществ фитопланктона, характеризующих экологическое состояние р. Белой.

Материалы и методы

Материалом для работы послужили 144индивидуальные количественные пробы автотрофного планктона, отобранные в р. Белой на 5 створах в период 2010-2012 гг. Отбор и обработка проб автотрофного планктона осуществлялся ежемесячно по общепринятой методике [3]. Подсчет численности осуществлялся в камере Нажотта объемом 0,01 $см^3$. Биомасса водорослей определялась расчетно-объемным методом. Таксономическая характеристика водорослей и цианопрокариот осуществлялась по системе,

принятой в электронном ресурсе www.algaebase.org. в мае 2013 г. [1]. Эколого-флористический анализ автотрофного планктона выполнили традиционным методом фитоценологических таблиц по Браун – Бланке [2].

Результаты и обсуждения

В 2010 г. в ходе обработки были выделены 2 группы автотрофного планктона. 1-ая группа – сквозные виды, распространенные на всех изученных створах. В 2010 г. к ним относились 12 видов. Это, например, *Chlorella vulgaris,* которая относилась к сквозным видам также в Павловском водохранилище. В эту же группу с низкими значениями численности вошла *Euglena viridis* (O.F. Müller) Ehrenberg, которая по классификации Palmer (Palmer, 1969 цитир. по Bellinger, 2010) относится к видам с индексом сапробности 6, а также *Oscillatoria tenuis* C. Agardhex Gomont, которая имеет индекс сапробности 4 и встречается в прудах и мелких водоемах. Во 2-ую группу вошли виды, характерные для разных створов реки, но не во все сроки. Для этой группы характерны представители отдела *Ochrophyta* и *Chlorophyta.* Многочисленны были водоросли из отдела *Ochrophyta: Gyrosigma acuminatum (*Kützing) Rabenhorst, *Caloneis amphisbaena* **(**Bory de Saint Vincent) Cleve, *Cyclotella comta* (Ehrenberg) Kützing, *Aphanothece endophytica* W. West&G.S.West, *Nitzschia linearis* West, Cymatopleura solea (Brébisson) W. Smith, *Achnanthes minutissima* Kützing, *Kirchneriella lunaris* (Kirchner) K. Möbius, *Kirchneriella aperta* Teiling, *Nitzschia recta* Hantzsch ex Rabenhorst, *Caloneis silicula* (Ehrenberg) Cleve. В ходе анализа нами было выделено 1 сообщество автотрофного планктона с диагностическими видами *Gyrosigma acuminatum – Caloneis amphisbaena.* Диагностический вид *Cymatopleura solea* был характерен только для створа 1. Этот вид является о-сапробом (индекс сапробности – 1,0). Сообщество *Gyrosigma acuminatum – Nitzschia recta* характерно для створов 1 и 2 (5 видов).

В 2011 г. в ходе обработки также было выделено 2 группы автотрофного планктона. 1-ая группа – сквозные виды, к ним относились 18 видов. Наибольшей численности достигали *Synechocystis aquatilis, Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg, *Microcystis viridis* (A.Braun) Lemmermann*, Oscillatoria tenuis.* Во 2-ую группу вошли виды, характерные для разных створов реки, но не во все сроки*: Kirchneriella aperta, Neidium productum* (W. Smith) Cleve, *Gomphonema acuminatum* Ehrenberg, *Chlorella vulgaris, Oscillatoria brevis* Kützing ex Gomont, *Caloneis amphisbaena, Surirella spiralis* Kützing*, Rhizosolenia longiseta* O. Zacharias*, Pinnularia nobilis var. Obesa* (Ehrenberg) Ehrenberg.

В ходе анализа нами были выделены 1 сообщество автотрофного планктона с диагностическими видами *Oscillatoria brevis – Neidium productum,* характерные для створов 1 и 2. Диагностический вид *Rhizosolenia*

longiseta характерен для створа 1. Этот вид является χ-о-сапробом (индекс сапробности – 1,0).*Oscillatoria brevis* – β-ρ-сапроб (индекс сапробности – 3,0), *Neidium productum* – о-β-мезосапроб (индекс сапробности – 1,0).

В ходе обработки исследований автотрофного планктона р. Белой в 2012 г. также были выделены 2 группы. 1 группа. Сквозные виды, в 2012 г. К ним относились 9 видов. Это: *Euglena viridis, Synechocystis aquatilis***,** *Diatoma vulgare Grunow, Gomphonema lanceolatum Kützing, Oscillatoria tenuis, Glenodinium pulvisculum* (Ehrenberg) F.Stein, *Microcystis pulverea, Phormidium favosum* (Bory) Gomont, *Navicula pupula* Kützing. Во 2-ую группу вошли виды, характерные для разных створов реки, но не во все сроки. Для этой группы в основном характерны представители отдела *Chlorophyta* и *Ochrophyta.* Многочисленны были водоросли из отдела *Ochrophyta: Gomphonema olivaceum* (Lange-Bertalot & Reichardt) Lange-Bertalot & Reichardt, *Cyclotella meneghiniana* Kützing, *Cymbella ventricosa* C.Agardh*, Epithemia sorex* Kützing, *Melosira varians, Pinnularia nobilis var. obesa. Gomphonema olivaceum* – χ-о-сапроб (индекс сапробности – 0,4), *Cyclotella meneghiniana* – о-α-мезосапроб (индекс сапробности – 1,8), *Cymbella ventricosa* – о-β-мезосапроб (индекс сапробности – 0,2), *Epithemia sorex* – о-α-мезосапроб (индекс сапробности – 1,9), *Melosira varians* – α-β-мезосапроб (индекс сапробности – 2,7), *Pinnularia nobilis var. obesa* – сапробность не указана. Есть представители из отдела *Chlorophyta: Kirchneriella lunaris* – β-мезосапроб (индекс сапробности – 2,0), *Pediastrum tetras* (Ehrenberg) Ralfs– β-мезосапроб (индекс сапробности – 1,8).

В ходе анализа нами было выделено также 1 сообщество автотрофного планктона с диагностическими видами *Melosira granulate* (Ehrenberg) Ralfs – *Navicula gracilis* Lauby. Сообщество с диагностическим видом *Melosira granulata – Navicula* gracilis характерно только для створа 1 (2 вида). *Melosira granulata* – α-β-мезосапроб (индекс сапробности – 2,7). *Nitzschia bavarica* Hustedt характерна для створов 1 и 3, но единично встречалась на створе 5. *Nitzschia bavarica* – типичный о-сапроб (индекс сапробности – 0,4).

В 2010-2012 гг. наибольшее число видов относилось к о-сапробам (13,2-16%) и β-мезосапробам (11-11,7%).

Превышение значений биомассы 2-3 г/м^3 свидетельствует о переходе от мезотрофного к эвтрофному типу.

По рис. видно, что пик биомассы, также как и летом 2011 г., приходится на июль. В створах 1 и 2 отмечается повышение показателей органического загрязнения (индекса сапробности), а также повышение уровня эвтрофирования, которое заметно снижается на створе 5. Таким образом сообщество *Melosira granulata – Navicula gracilis* характеризовало повышение уровня эвтрофирования, показателем которого является биомасса.

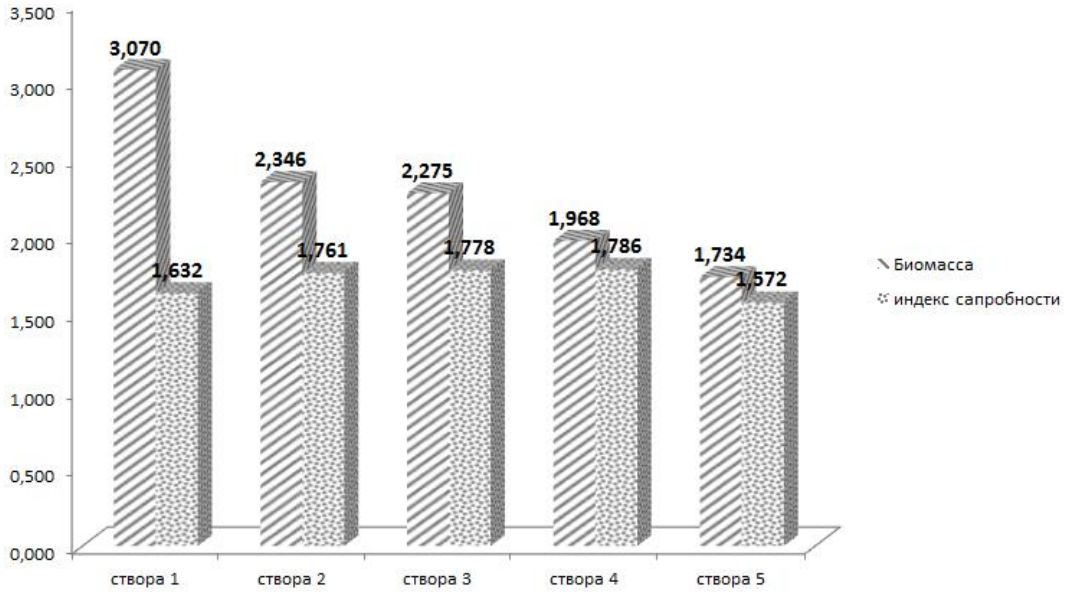


Рис. **Горизонтальное изменение биомассы автотрофного планктона и показателей индексов сапробности по биомассе в. р. Белой в Благовещенском районе Республики Башкортостан летом 2012 г.**

Сравним результаты, полученные при использовании эколого-флористической классификации в различных водных объектах (табл. 1, 2). В Павловском водохранилище нами также были выделены виды, характерные для разных створов водохранилища. Из них *Fragilaria capucina* Desm. встречается на всех створах, но не во всех пробах. К ним относились представители отдела *Chlorophyta.* Многочисленными были водоросли рода *Scenedesmus: S. cf. "quadricauda", S. arcuatus Lemmerm., S. bijugatus* (Turpin) Kütz. Первый из них относится к β-мезосапробионтам (индекс сапробности 2), два других – к олиго-α-мезосапробионтам (индекс сапробности 1,8). Все эти виды планктонные, по галобности – олигогалобы-индифференты. Распространенными были также виды *Coelastrum microporum* Nägeli, *Tetrachlorella alternans* (G.M. Sm.) Korschikov, *Cosmarium asphaerosporum* Nordst. Из других отделов к этой группе относились *Chroococcus limneticus* Lemmerm., *Synedra acus* Kütz.

Таблица 1.

Сообщества, выделенные в Павловском водохранилище [5] и в наших исследованиях

№ п/п	Водные объекты	Павловское водохранилище	Биомасса г/м³	Река Белая	Биомасса, г/м³
1.	Высокоэвтрофные условия	*Scenedesmus "quadricauda"–Synedra acus*	11,04-18,41	отсутствуют	отсутствуют
2.	Эвтрофные условия	-	-	*Melosira granulata – Navicula gracilis*	2,26-4,389
3.	Мезотрофные условия	*Phacus pleuronectes–Anabaena hassallii* и диагностический вид *Fragilaria capucina*	1,30-1,45	отсутствуют	1,31
4.	Олиготрофные условия	*Snowella lacustris–Synechococcus elongatus*	0,47	отсутствуют	отсутствует

Таблица 2.

Экологические характеристики сообществ, выделенных в реках на территории г. Стерлитамак [4]

№ п/п	Сообщества	Среднее значение сапробной валентности	Ранг качества воды	Разряд качества воды	Класс качества вод	Зона самоочищения	Зона кризисности экосистемы
1.	*Achnanthes lanceolata – Pinnularia viridis*	1,88-1,96	4	3а	III	β	До прир. фона
2.	*Navicula lacustris – Amphora ovalis var. gracilis*	1,57	4	3а	III	β-мезо	До прир. фона
3.	*Cyclotella bodanica – Gyrosigma attenuatum*	1,29	3	2б	II	олиго	Прир. – чистые воды

В реках на территории г. Стерлитамак главным фактором дифференциации сообществ была принята сапробность. По распределению видов водорослей и цианопрокариот по зонам сапробности четко выделялось две группы водных объектов (табл. 2): 1-ая группа включала реки, где доминировали

β-мезосапробы и 2-ая группа, где преобладали олигосапробы. Сообщество *Cyclotella bodanica – Gyrosigma attenuatum* было распространено в роднике. Выявлено 85 % олигосапробов, показателей чистой проточной воды. В роднике доминирование алкалифилов было наиболее выраженным. По приуроченности к основному местообитанию водотоки также объединялись в две группы.Диагностические виды сообществ рек характеризовались высокими значениями сапробности. Сообщество*Achnanthes lanceolata – Pinnularia viridis* формировалось на участках антропогенной деградации. Основными свойствами таких водотоков является смещенность значений pH, загрязненность органическими веществами.

Выводы

Использование подходов эколого-флористической классификации позволило построить градиент цианопрокариотно-водорослевых сообществ по уровню эвтрофирования и загрязненности органическими веществами. Синтаксономический анализ фитопланктона выделил 2 группы. 1 группа – сквозные виды, распространенные на всех изученных створах; 2 группа – диагностические виды, характерные для разных створов реки, но не во все сроки. Диагностические виды были характерны для створов, где наблюдался подъем показателей биомассы и увеличение индексов сапробности.

Список цитированной литературы

1. Guiry M.D. & Guiry G.M. 2011. AlgaeBase. World-wide electronic publication // National University of Ireland, Galway. Электронный ресурс: http://www.algaebase.org/browse/taxanomy
2. *Westhoff V., Maarel E.van der.* The Braun-Blanquet approach // Classification of plant communities – The Haque, 1978. – P. 287–399.
3. *Водоросли*: Справочник / Под обш. ред. С.П. Вассера. – Киев, 1989. – 608 с.
4. Шкундина Ф. Б., Никитина О. А., Гуламанова Г. А. Цианопрокариотно-водорослевые ценозы городов лесостепной зоны Республики Башкортостан (состав, структура, использование в мониторинге) // Уфа. РИЦ БашГУ, 2011. 131 с.
5. Шкундина Ф. Б., Полева А. О. Горизонтальные изменения сообществ фитопланктона Павловского водохранилища (Республика Башкортостан, Россия) // Algologia. 2014, 24 (2). P. 174-187