

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕК НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА на **ОСНОВАНИИ КЛАССИФИКАЦИИ** по ПОКАЗАТЕЛЯМ РАЗВИТИЯ ПЛАНКТОННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ, ЦИАНОБАКТЕРИЙ и биотестирования

Изучены планктонные водоросли и цианобактерии рек на территории г. Стерлитамак (Предуралья, Республика Башкортостан).

С целью оценки экологического состояния использованы методы биотестирования и биоиндикации, проанализированы эколого-географические характеристики видов водорослей и цианобактерий, а также предложена классификация рек по показателям численности водорослей.



Введение

Современный биомониторинг качества воды в реке сосредотачивается на анализе диатомовых водорослей [1]. Биотестирование широко применяется для контроля качества природных и токсичности сточных вод, при проведении экологической экспертизы новых технологий очистки стоков, для обоснования нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих компонентов [2].

Одним из крупнейших промышленных центров на территории Республики Башкортостан является г. Стерлитамак, где развита химическая и легкая промышленность, а также машиностроение, что вызывает загрязнение проточных водоемов, находящихся на территории города.

Целью проводимых нами исследований явилась оценка экологического состояния рек на территории г. Стерлитамака (Предуралья, Республика Башкортостан) на основании методов биоиндикации и биотестирования.

Ф.Б. Шкундина*, доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники, ФБОУ ВПО Башкирский государственный университет

Г.Р. Асадуллина аспирант кафедры ботаники, ФБОУ ВПО Башкирский государственный университет

Материалы и методы исследования

Материалом для работы послужили 36 индивидуальных количественных проб автотрофного планктона водотоков на территории г. Стерлитамака (реки Белая, Ашкадар, Стерля, Ольховка), отобранные в период с мая 2009 г. по июль 2011 г. Дополнительно были отобраны 4 пробы в ноябре 2011 г. Отбор проб осуществлялся ежемесячно простым зачерпыванием с поверхности водоема.

Отбор и обработка проводились по стандартной методике. Пробы сгущали осадочным методом путем отсифонивания среднего слоя воды до объема 50 мл [3]. При исследовании был использован метод прямого микрофотографирования. Для выделения экологических групп использовалась методика, описанная в [4]. Просчет клеток водорослей и цианобактерий проводился в камере Нажотта.

Для биотестирования использовалась чистая культура *Meridion circulare*, которая была выращена в среде Громова следующего состава (г/л): KNO_3 — 1,0, K_2HPO_4 — 0,2, $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,2, CaCl_2 — 0,15, NaHCO_3 — 0,2, раствор микроэлементов 1,0

*Адрес для корреспонденции: shkundinafb@mail.ru

Таблица 1

Показатели флористического богатства и систематического разнообразия планктонных водорослей и цианобактерий рек на территории г. Стерлитамака

Отдел	Число					Доля (%) от общего числа видов и разновидностей	Пропорции флоры		
	1*	2*	3*	4*	5*		р/с	в/с	в/р
Суанобacteria	1	2	3	3	3	5,56	1	1	1
Euglenozoa	1	1	2	2	2	3,7	1	1	1
Bacillariophyta	1	8	13	13	23	42,59	1,44	2,56	1,77
Chlorophyta	3	5	19	19	26	48,15	1,9	2,6	1,37
Итого	6	16	37	37	54	100	5,34	7,16	5,14

*Условные обозначения: 1 – классы; 2 – порядки; 3 – семейства; 4 – рода; 5 – виды и внутривидовые таксоны

мл, вода дистиллированная до 1,0 л. Колбы с водой из рек были объемом по 100 мл. В воду исследованных рек было добавлено по 10 мл чистой культуры *Meridion circulare* Agardh. Контролем являлась чистая культура. Просмотр воды из колб осуществлялся 4 раза с интервалом в 10 сут.

Для статистической обработки использовалась программа STATISTICA 7.0 и кластерный анализ по евклидовому расстоянию:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^x (x_i - y_i)^2}$$

где x, y — единичные значения численности и биомассы

Результаты и их обсуждение

Выявлено 54 вида водорослей и цианобактерий, из них Bacillariophyta — 23, Chlorophyta — 26, Суанобacteria — 3, Euglenozoa — 2 (табл. 1).

Наиболее часто встречающиеся виды в 2009 г.: *Tetrachlorella alternans* (G. Sm.) Korsch., *Nitzschia acicularis* (Kutz.) W. Sm., *Cyclotella comta* (Ehr.) Kutz., *Scenedesmus quadricauda* Breb., *Synechocystis aquatilis* Sauv., *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr.

Наиболее часто встречающиеся виды в 2010 г.: *Scenedesmus perforatus* Lemm., *Scenedesmus opoliensis* P. Richt., *Chlorella vulgaris* Beijer.

Наиболее часто встречающиеся виды в 2011 г.: *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs in Prit., *Dactylococcopsis acicularis* Lemm., *Scenedesmus quadricauda* Breb., *Chlorella vulgaris* Beijer., *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr.

Для целей мониторинга были использованы показатели численности водорослей и цианобактерий. Расчет индексов сходства (рис. 1) по результатам 2009 – 2011 гг. показал выделение р. Белой и группирование рек Ольховка и Стерля. По сапробности выделялась р. Ашкадар (рис. 2), значения евклидового расстояния показали схожесть автотрофного планктона рек Ольховка и Стерля.

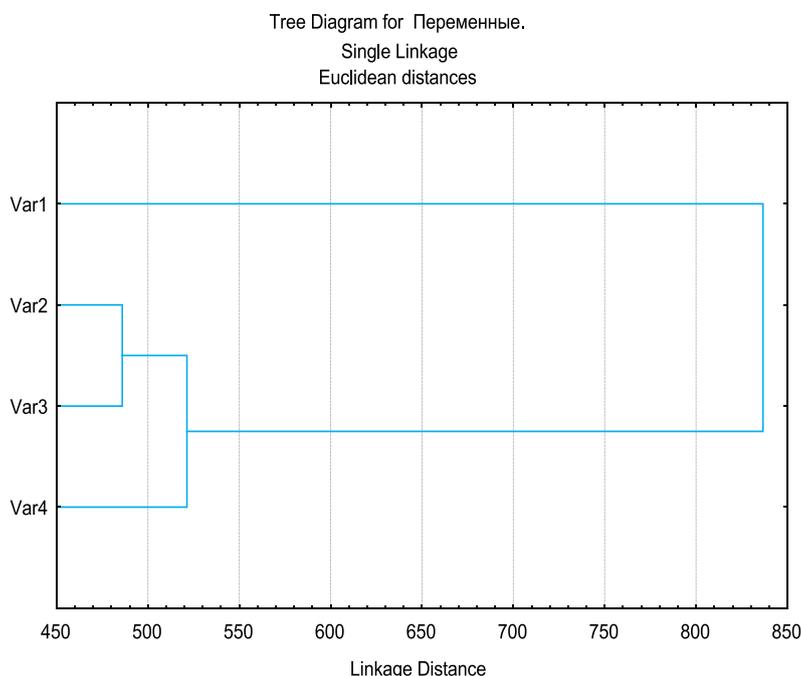


Рис. 1. Классификация рек на территории г. Стерлитамака по показателям численности автотрофного планктона.

*Примечание: var1 — р. Белая, var2 — р. Ольховка, var3 — р. Стерля, var4 — р. Ашкадар.

Для оценки экологического состояния использовалась шкала, данная в [4].

По приуроченности к местообитанию в реках г. Sterлитамака преобладали планктонно-бентосные виды, реже встречались планктонные виды. Анализ результатов показывает доминирование эврисапробов, выявлено также 6 видов сапрокшенов. По галобности доминировали олигогалобы-индифференты. По распределению видов автотрофного планктона по зонам самоочищения по Пантле и Букка в модификации Сладечека наибольшее число видов относилось к бетамезосапробам и олиго-альфамезосапробам, наименьшее — к бетамезосапробам. По приуроченности к местообитанию в реках г. Sterлитамака в ноябре 2011 г. преобладали планктонно-бентосные виды, реже — планктонные. Анализ результатов показывает доминирование эврисапробов, выявлено также 4 вида сапрокшенов. По галобности доминировали олигогалобы-индифференты. По распределению видов автотрофного планктона по зонам самоочищения наибольшее число видов относилось к бетамезосапробам и олиго-альфамезосапробам.

По приуроченности к местообитанию в реках г. Sterлитамака в ноябре 2011 г. преобладали планктонно-бентосные виды,

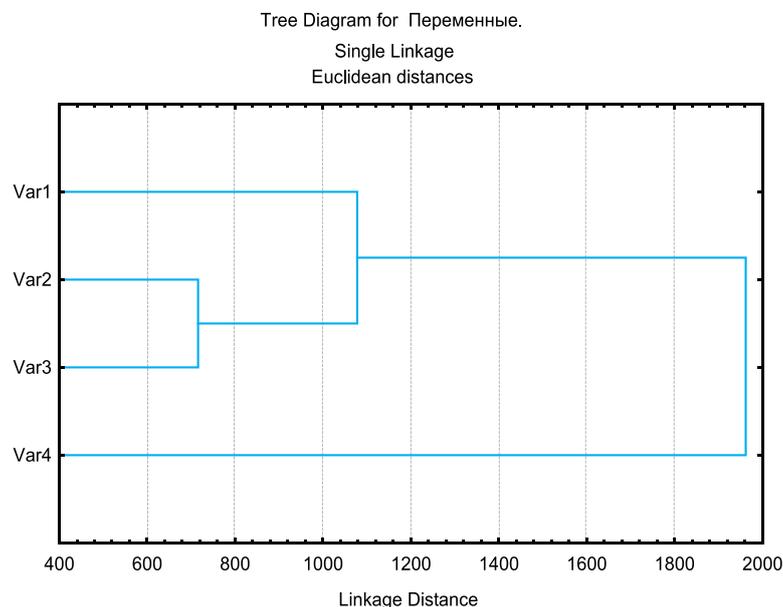


Рис. 2. Классификация рек на территории г. Sterлитамака по показателям сапробности, рассчитанным по численности автотрофного планктона.

* Примечание: var1 — р. Белая, var2 — р. Ольховка, var3 — р. Sterля, var4 — р. Ашкадар.

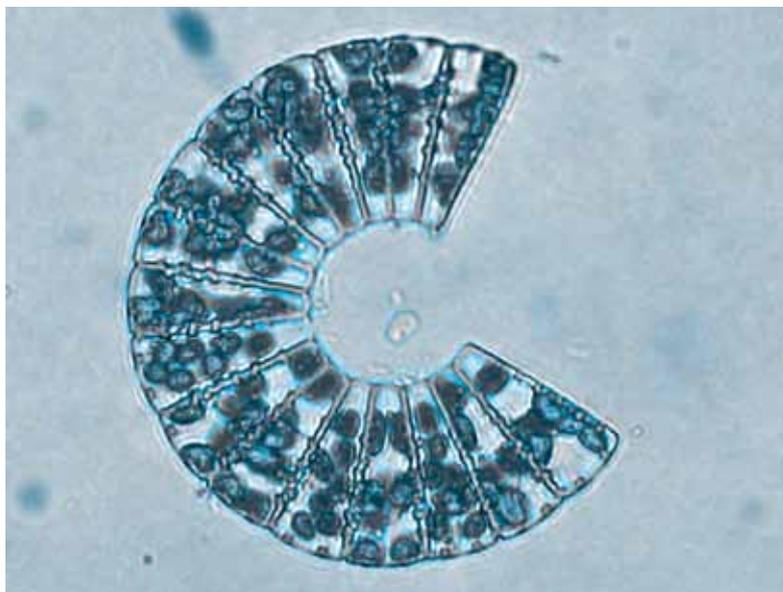


Рис. 3. Колония *M. circulare* Agardh [5].

реже встречались планктонные виды. Анализ результатов показывает доминирование эврисапробов, выявлено также 4 вида сапрокшенов. По галобности доминировали олигогалобы-индифференты. По распределению видов автотрофного планктона по зонам самоочищения наибольшее число видов относилось к бетамезосапробам и олиго-альфамезосапробам.

По приуроченности к местообитанию в реках г. Sterлитамака в опыте по биотестированию преобладали планктонно-бентосные виды, реже встречались планктонные виды. Анализ результатов показывает доминирование эврисапробов, выявлено также 4 вида сапрокшенов. По галобности доминировали олигогалобы-индифференты. По распределению видов автотрофного планктона по зонам самоочищения наибольшее число видов относилось к бетамезосапробам.

При биотестировании в естественной культуре водорослей было выявлено 37 видов водорослей и цианобактерий, из них Bacillariophyta — 11, Chlorophyta — 17, Cyanobacteria — 8 и Euglenozoa — 1.

К наиболее часто встречающимся видам относятся *Chlorella vulgaris* Beijer., *Meridion circulare* Agardh., *Microcystis pulverea* (Wood) Forti emend. Elenk., *Ankistrodesmus arcuatus* Korsch.

При изучении динамики развития *Meridion circulare* Agardh (рис. 3) в естественной культуре водорослей, полученной из рек Ашкадар, Sterля, Белая и Ольховка, были выявлены отделы: Bacillariophyta — 11

Таблица 2

Изменение численности *Meridion circulare* Agardh в разные сроки культивирования (тыс. кл/л)

Дата	03.04.12	14.04.12	25.04.12
Р. Белая	78	552	1284
Р. Ашкадар	2472	5112	5088
Р. Стерля	480	2352	3240
Р. Ольховка	3048	408	2352
Культура	8130	3528	1128

видов, Chlorophyta – 17, Cyanobacteria – 8, Euglenozoa – 1.

Изменение численности *Meridion circulare* Agardh в разные сроки культивирования представлены в табл. 2.

На рис. 4 представлены результаты биотестирования. Наиболее ярко изменение численности клеток *Meridion circulare* Agardh наблюдается в р. Ашкадар. Культура хорошо развивается в чистой воде, где отмечается низкое количество питательных

веществ. В воде р. Белой мы наблюдаем минимальные значения численности *Meridion circulare* при наибольшей численности видов автотрофного планктона. Вероятно, в реке содержатся повышенные концентрации биогенных элементов, которые стимулируют развитие фитопланктона и подавляют развитие *Meridion circulare* Ag. В реках. Белой, Ашкадар и Стерля в процессе эксперимента отмечено возрастание численности водоросли, т. к. на рост расходуются избыточные биогенные элементы. В р. Ольховка, вероятно, присутствует какой-то специфический компонент, который вызывает резкое уменьшение численности водоросли во второй срок просмотра.

Заключение

В период с мая 2009 г. по июль 2011 г. в фиксированных пробах автотрофного планктона рек на территории г. Стерлитамака было выявлено 54 вида водорослей и цианобактерий, из них Bacillariophyta – 23, Chlorophyta – 26, Cyanobacteria – 3, Euglenozoa – 2.

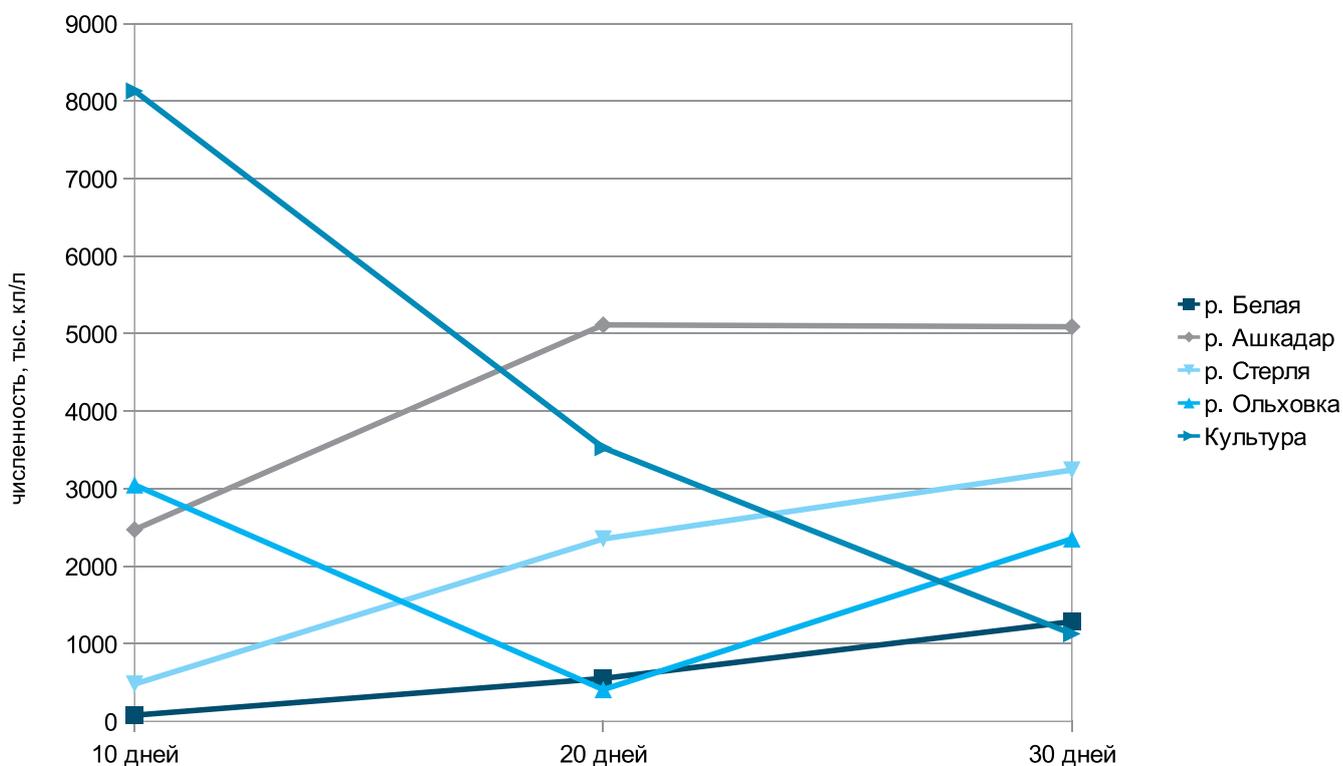


Рис. 4. Классификация рек на территории г. Стерлитамака по показателям численности *Meridion circulare* Ag.

Наибольшее видовое разнообразие отмечено в 2009 г., в 2011 г. наблюдалось увеличение числа видов отдела Euglenozoa. В течение трех лет исследования доминирующими видами являлись *Tetrachlorella alternans* (G. Sm.) Korsch., *Nitzschia acicularis* (Kutz.) W. Sm., *Cyclotella comta* (Ehr.) Kutz., *Scenedesmus quadricauda* Breb., *Synechocystis aquatilis* Sauv., *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr., *Scenedesmus perforatus* Lemm., *Scenedesmus opoliensis* P. Richt., *Chlorella vulgaris* Beijer., *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs in Prit., *Dactylococcopsis acicularis* Lemm..

Классификация по показателям численности выделила реку Белая и сгруппировала реки Ольховка и Стерля. Р. Белая характеризуется также наибольшей численностью и биомассой автотрофного планктона. По результатам биотестирования с использованием культуры *Meridion circulare* Agardh и данным кластеризация по сапробности выделена как наиболее чистая р. Ашкадар.

Литература

1. Kwadrans J. Use of benthic diatom communities to evaluate water quality in rivers of southern Poland / Kwadrans J., Eloranta P., Kawecka B.

Ключевые слова:

водоросли, цианобактерии, биотестирование, биоиндикация

et al. // Journal of Applied Physiology. 1988. V. 10 (107). P. 193–201.

2. Материалы IV Всероссийской конф. по водной экотоксикологии, посвященной памяти Б.А. Флерова «Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы» и школы-семинара «Современные методы исследования и оценки качества вод, состояния водных организмов и экосистем в условиях антропогенной нагрузки». В 2 частях. Борок, Изд-во РАН. 2011. Ч. 2. 265 с.

3. Вассер С.П. Водоросли. Справочник / Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. // Киев: Наукова думка, 1989. 608 с.

4. Баринаева С.С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. / С.С. Баринаева, О.В., Анисимова, П.А. Медведева. Тель-Авив: PilesStudio. 2006. 500 с.

5. <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy>



F.B. Shkundina, G.R. Asadullina

ESTIMATION OF ECOLOGICAL STATE OF THE RIVERS IN THE STERLITAMAK TOWN BASED ON BIOASSAY RESULTS AND CLASSIFICATION OF ALGAE AND CYANOBACTERIA GROWTH

Planktonic algae and cyanobacteria of the rivers on the territory of the Sterlitamak town (Ural, Republic of Bashkortostan) are investigated. Ecological and geographical characteristics of algae and cyanobacteria species were analyzed to assess the ecological status. Quantity classification of the rivers was proposed also.

Key words: algae, cyanobacteria, bioassay, bioindication