

УДК 504.45.054

К вопросу выбора тест-чувствительных гидробионтов для биотестирования воды в лабораторных, производственных и естественных условиях

© 2014. С. А. Нефедова, д.б.н., профессор, А. А. Коровушкин, д.б.н., профессор,
Д. Г. Минин, аспирант, Л. Б. Зутова, соискатель, И. А. Ипатов, аспирант,
Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева,
e-mail: nefedova-s-a@mail.ru, korovuschkin@mail.ru

Согласно полученным результатам, на производстве в качестве тест-объектов необходимо использовать биоту активного ила, в лабораторных условиях выбор между дафниями и цериодафниями должен зависеть от сезона года, при анализе поверхностных вод следует акцентировать внимание на моллюсках и рыбах. В лабораторных условиях при проведении биотестирования сточной воды на токсичность рекомендуем использовать в весенне-летний период *Ceriodaphnia affinis*, в осенне-зимний *Daphnia magna*, что связано с особенностью реакции этих низших ракообразных к составу вод, свойственному разным сезонам года.

При оценке биологической очистки стоков в промышленных условиях следует учитывать сезонные изменения биоценоза активного ила. Маркерными показателями его нарушений является возрастание численности нитчатых бактерий – в 6 раз в весенне-летний, в 4 раза в осенне-зимний период. При начале гелевого вспухания индикаторным объектом является род *Zooglea ramigera*, численность которого возрастает в 2 раза относительно удовлетворительного состава активного ила.

При выявлении показателей биотестирования на представителях гидробиоты естественных водоёмов учитывали эколого-физиологические показатели адаптивной реакции моллюсков и рыб к поллютантам. К трёхлетнему возрасту у моллюсков из загрязнённого створа водоёма содержание ТБК-активных продуктов перекисного окисления липидов увеличивается на 20,3% в гепатопанкреасе, 24,5% в мышечной ткани, 38,7% в жабрах, 30,6% в гонадах.

При критическом накоплении донными отложениями меди 8,0 мг/кг и цинка 46 мг/кг аккумуляция этих поллютантов в печени рыб происходит не одинаково. Так, идёт активная реакция на медь, её количество в маркерном органе трёхлетней особи окуня возрастает до 16,8 мг/кг. Накопление цинка в печени рыб из загрязнённого водоёма идёт медленно, количество поллютанта в органе 20,3 мг/кг, то есть в 2 раза ниже, чем в среде обитания. Таким образом, при загрязнении воды цинком печень не является тест-чувствительным объектом.

According to the results obtained, in industry conditions active sludge biota should be used as a test-object, in laboratory conditions one should choose between *Daphnia* and *Ceriodaphnia* depending on the season, during the analysis of surface water one should focus on shellfish and fish.

In laboratory conditions at biotesting wastewater toxicity it is recommended to use *Ceriodaphnia affinis* in spring-summer, and *Daphnia magna* in autumn-winter, which is caused by the special response of these lower crustaceans to the water composition, peculiar for a definite season.

At assessing biological wastewater treatment in industrial conditions seasonal changes of active silt biocenosis should be taken into account. The marker of its violation is the increasing number of thread bacteria: 6 times increase in spring-summer, 4 times increase in autumn-winter. At the beginning of gel foaming the display object is the genus *Zooglea ramigera*, its number increases 2 times as compared with the tolerable sludge composition.

Identifying biotesting indicators with the representatives of the natural water bodies' hydrobiota we took into account ecological and physiological indicators of mollusks' and fish's adaptive responses to pollutants. By 3 years of age in shellfish from polluted target reservoir, the content of TBA-active products of lipid peroxidation increases by 20.3% in the liver, by 24.5% in muscle tissue, 38.7% in the gills, and by 30.6% in the gonads.

In case of critical accumulation of copper 8.0 mg/kg and zinc 46 mg/kg in sediments, accumulation of the pollutants in fish liver is not the same. There is an active reaction to copper, its amount in the marker organ of a three-year-old perch increases to 16.8 mg/kg. Zinc accumulation in the liver of fish in a polluted water body takes place rather slowly, the amount of the pollutant in the organ is 20.3 mg/kg, that is in 2 times less than in the environment. Thus, liver is not a test-sensitive object at water pollution with zinc.

Ключевые слова: адаптация, биотестирование, активный ил,
дафнии, цериодафнии, моллюски, рыбы.

Keywords: adaptation, biotesting, activated sludge, daphnia, ceriodaphnia, shellfish, fish.

Биотестирование – обязательный элемент современной системы контроля качества вод. Актуальными являются исследования влияния абиотических факторов в природных и производственных условиях с целью установления пределов толерантности и оценки устой-

чивости организмов к внешним воздействиям [1]. Особенности и проблемам методов экологического контроля в производственных [2], лабораторных и естественных условиях, а также в аграрной и животноводческой отраслях [3] уделяется всё больше внимания. В последнее время предлагается использовать активный ил очистных сооружений при биологической рекультивации почв [4]. Микронаселение ила служит индикатором процесса очистки сточных вод [5]. При выявлении новых параметров для биотестирования в производственных условиях в качестве тест-чувствительного объекта наиболее перспективно использовать активный ил очистных сооружений при условии, что в зависимости от сезона года следует акцентировать внимание на разных представителях его биоты.

В лабораториях для биотестирования чаще всего используют либо дафний, либо цериодафний. При проведении прецизионности биотестирования воды на токсичность с применением этих низших ракообразных не всегда совпадает результат анализа, что вызывает тревогу за достоверность показателя токсичности воды.

При проведении биотестирования с представителями гидробиоты естественных водоёмов необходимо учитывать, что с эколого-физиологической точки зрения моллюски и рыбы являются наиболее тест-чувствительными объектами для этой цели. Они обладают длительным онтогенезом при узком трофическом и репродуктивном ареале. Моллюски находятся в постоянном контакте с загрязнённой поверхностной водой и донными отложениями, питаются путём фильтрации, накапливая поллютанты в своём организме. При действии поллютантов в организме моллюсков формируются изменения физиологических механизмов адаптационных процессов, проявляющиеся в развитии окислительного стресса и подавлении, либо стимуляции главных антиоксидантных ферментов [6]. Таким образом, при биотестировании необходимо учитывать динамику физиологических показателей гидробиоты естественных водоёмов при изменении среды.

Рыбы в биогеоценозах занимают верхний трофический уровень и обладают выраженной способностью реагировать на поллютанты. Направленность изменений, происходящих в организме моллюсков и рыб под влиянием загрязняющих веществ, зависит от характера загрязнения и его токсичности, концентрации токсичных веществ в воде и содержания их в кормовых объектах, особенностей гидро-

логического и гидрохимического режима водоёмов, сезона года [7]. Таким образом, в биотестировании большое значение имеют приспособительные реакции организмов к изменению среды. Поиск маркерных показателей тест-объектов, отражающих их адаптивные свойства к гидрохимическому составу сточных, поверхностных вод и донных отложений, остаётся актуальным направлением экологических исследований, что обосновывает использование предлагаемых нами методов для оценки качества воды.

Целью нашей работы является выбор тест-чувствительных гидробионтов для биотестирования воды в лабораторных, производственных и естественных условиях.

В ходе работы решались следующие задачи:

- выявить наиболее перспективный род низших ракообразных (дафний или цериодафний) для проведения биотестирования сточной воды в различные сезоны года;

- выявить закономерности реакции активного ила на состав сточных вод в различные сезоны года и обосновать применение полученных показателей при биотестировании;

- выявить показатели реакции моллюсков и рыб на гидрохимический состав поверхностных вод и донных отложений и обосновать к использованию полученные данные для проведения биотестирования.

Работа проводилась в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева» (ФГБОУ ВПО РГАТУ). Гидрохимический анализ сточных вод проводили согласно методикам ПНДФ 14.1:2.1-95 и ПНДФ 14.1:2.95-95 на спектрофотометре КФК-3-01. В лабораторных условиях определяли показатели выживаемости и плодовитости ракообразных *Daphnia magna* Straus и *Ceriodaphnia affinis* Lilljebor [8]. В производственных условиях адаптивные реакции гидробиоты активного ила аэротенков очистных сооружений анализировали согласно методике проведения технологического контроля работы сооружений по очистке сточных вод [9].

Поверхностные воды и донные отложения исследовались на содержание поллютантов общепринятыми методами фотоэлектроколориметрического и атомно-адсорбционного анализа: донные отложения медь и цинк – ПНДФ 16.1:2.2:3.48-06; поверхностную воду анализировали на биологическое потребление

Таблица 1

Типы загрязнения створов в водоёме

Показатели	1 тип (контрольный створ)		2 тип (загрязнённый створ)	
	в донных отложениях (мг/кг)	в поверхностных водах (мг/дм ³)	в донных отложениях (мг/кг)	в поверхностных водах (мг/дм ³)
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	-	2,8±0,4	-	2,7±0,3
ХПК, мг/дм ³	-	18,0±3,3	-	21,2±9,3
Хлорид-ион, мг/дм ³	-	25,1±3,1	-	19,2±13,1
Фосфат-ион, мг/дм ³	-	0,14±0,09	-	0,25±1,14
Аммонийный ион, мг/дм ³	-	0,58±0,08	-	0,62±0,18
Медь, мг/кг	1,5±0,2	0,006±0,002	46±1	0,56±0,002
Цинк, мг/кг	1,0±0,03	0,007±0,001	15±1,2	0,69±0,002

кислорода (БПК₅) – ПНДФ 14.1:2:3:4.123-97; химическое потребление кислорода (ХПК) – ПНДФ 14.1:2.100-97; содержание хлорид-ионов – РД 52.24.402-2005; фосфат-ионов (по Р) – РД 52.24.382-2005; ионов аммония – ПНДФ 14.1:2.1-95; цинка – ПНДФ 14.1:2.60-96 и меди – ПНДФ 16.1:2:2.2.48-06 (табл. 1).

Влияние загрязнения поверхностных вод и донных отложений на печень окуней анализировали согласно ГОСТ 26934-86 (цинк) и ГОСТ 26931-86 (медь). Использовали следующие экспериментальные группы рыб: 1 – особи в возрасте 3 года и весом 150 ± 10 г, обитающие в створе 1; группа 2 – окуни в возрасте 3 года и весом 120 ± 10 г, обитающие в створе 2. В тех же створах анализировали моллюсков возраста 3-х и 5-ти лет рода *Unio* по концентрации ТБК-активных продуктов перекисного окисления липидов в их органах и тканях (гонадах, мышечной ткани, жабрах и гепатопанкреасе) [10]. Расчёты производили с помощью программы LabExpert.

Результаты и их обсуждение

Нами было замечено, что два вида низших ракообразных, которых используют в лабораторных условиях при проведении биотестирования, а именно *Daphnia magna* Straus и *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg, не одинаково реагируют на состав сточных вод, поступающих на очистные сооружения в различные сезоны года. Таким образом, мы посчитали необходимым проследить динамику показателей адаптивной реакции этих ракообразных к гидрохимическому составу стоков (в зависимости от сезона года) и предложить использовать полученные нами результаты в качестве маркерных при биотестировании воды для определения её токсичности.

В весенне-летний период в сточных водах наблюдается превышение аммонийных ионов. В таких стоках выживаемость *Daphnia magna* высокая. Для вида *Ceriodaphnia affinis* концентрация аммонийных ионов в сточных водах имеет определяющее значение (табл. 2). При концентрации 3,5 мг/дм³ и 4,6 мг/дм³ ионы аммония оказали токсичное действие на ракообразных двух родов.

В осенне-зимний период в сточных водах повышается концентрация хлорид-ионов (табл. 3). При превышении ПДК по хлорид-иону в 1,5 раза выживаемость *Daphnia magna* снизилась на 46%, *Ceriodaphnia affinis* на 41%. Рачки *Daphnia magna* по показателю «плодовитость» также обладают более высокой чувствительностью, чем рачки *Ceriodaphnia affinis*.

При концентрации 500 мг/дм³ плодовитость у *Daphnia magna* снизилась в 2 раза, у *Ceriodaphnia affinis* на 1,44 экз./самку.

Далее мы проанализировали индикаторные показатели биоты активного ила аэротенков в разные сезоны года при предотвращении его вспухания, то есть при изменении состояния биоценоза активного ила в неблагоприятных экологических условиях, характеризующихся увеличением объёма ила и нарушением его седиментационных свойств.

По характеру изменений, происходящих в активном иле, вспухание подразделяется на два основных типа: гелевое – развивается вследствие чрезмерного продуцирования экзополимерного геля гетеротрофными сапрофитными бактериями активного ила в ответ на присутствие в сточных водах трудноокисляемых или биологически неокисляемых веществ промышленного происхождения; нитчатое – развивается вследствие резкого увеличения численности нитчатых и мицелиальных форм

Таблица 2

Выживаемость и плодовитость ракообразных в зависимости от концентрации аммонийного иона в сточных водах в весенне-летний период*

Количество ионов аммония в сточной воде, мг/дм ³	<i>Daphnia magna</i>		<i>Ceriodaphnia affinis</i>	
	выживаемость, %	плодовитость, экз./самку	выживаемость, %	плодовитость, экз./самку
0 (контроль)	100	7,15	100	20,36
0,50	100	5,87	100	18,75
0,55	100	6,59	94	19,58
3,50	83	4,97	35	10,18
4,60	76	4,31	27	9,34

* Примечание: здесь и далее $P \leq 0,05$.

организмов (хламидобактерий, сапрофитных грибов, цианобактерий) [11].

Летний биоценоз активного ила при прочих равных условиях (состав сточных вод, режим эксплуатации сооружений) по видовому составу несколько богаче зимнего (табл. 4).

Сравнительная характеристика удовлетворительного (норма) и неудовлетворительного (вспухание) состава биоценозов активного ила в различные сезоны показала, что при мониторинговой оценке процесса биологической очистки обязательно следует учитывать сезонные изменения биоценоза ила. Если действие неблагоприятного фактора нарастает или долго сохраняется, затрагиваются всё новые виды биоты и, в результате, при минимальном видовом разнообразии наблюдается максимальная численность наиболее устойчивых видов.

Согласно полученным данным, в аэротенках в летние месяцы присутствует большое количество голых амёб – 31 экз./100 см³ пробы, в сравнении с зимними месяцами разница составляет 50%. При гелевом вспухании активного ила в летний период года численность амёб возрастает на 48%, при нитчатом вспухании на 13%. Тогда как в зимний период года при начале нитчатого вспухания численность увеличивается на 13%, при гелевом – снижается на 50%.

Значительное увеличение численности мелких жгутиконосцев в летний период (более

16 экз./100 см³) свидетельствует о нарушениях, вызванных неудовлетворительным обеспечением процесса очистки, следствием которого является распад хлопьев ила – дефлокуляция. Численность жгутиковых возрастает в весенние месяцы. По сравнению с зимним периодом жгутиковые увеличиваются в численности на 25%. При начале процесса нитчатого вспухания численность их в весенне-летний период года увеличивается на 43%, гелевого – уменьшается на 31%; в осенне-зимний период в первом случае численность возрастает на 20%, во втором – снижается на 20%.

Таким образом, в норме численность свободноплавающих инфузорий активного ила в весенне-летний период не должна превышать более 24 экз./100 см³, а в осенне-зимний 13 экз./100 см³. Превышение численности ведёт к вспуханию активного ила. При этом численность прикрепленных инфузорий в летний период составляет 4 экз./100 см³, в осенне-зимний период – 46 экз./100 см³. При вспухании ила прикрепленные инфузории не обнаружены.

Численность нитчатых бактерий при удовлетворительном составе активного ила в весенне-летний период составляет 5 экз./100 см³, в осенне-зимний период – 3 экз./100 см³. При нитчатом вспухании численность нитчатых бактерий возрастает в 6 раз в весенне-летний период года, в 4 раза в осенне-зимний

Таблица 3

Динамика выживаемости и плодовитости ракообразных в зависимости от концентрации хлорид-ионов в сточных водах в осенне-зимний период

Количество хлорид-ионов в сточной воде, мг/дм ³	<i>Daphnia magna</i>		<i>Ceriodaphnia affinis</i>	
	выживаемость, %	плодовитость, экз./самку	выживаемость, %	плодовитость, экз./самку
0 (контроль)	100	7,11	100	24,39
200	99	6,95	100	24,30
300	95	6,82	98	24,32
400	72	5,97	93	23,41
500	54	3,65	89	22,95

период. Нитчатые бактерии являются индикаторным тест-объектом скорого наступления нитчатого вспухания ила.

Численность коловраток преобладает в зимнее время года и составляет в норме 24 экз./100 см³. Летом их вытесняют другие виды биоты активного ила, и, в случае если их численность не более 5 экз./100 см³, в иле наступает критическое состояние для поддержания трофической цепи в норме.

При проявлении нитчатого или гелевого вспухания коловратки погибают.

Сокращение видового разнообразия биоты активного ила при размножении бактерий рода *Zoogloea* позволяет констатировать начало его гелевого вспухания. При удовлетворительном составе активного ила численность *Zoogloea ramigera* в весенне-летний период 19 колоний (число колоний приведено в расчёте на 1 мл иловой смеси), в осенне-зимний период года снижается до 10 колоний. При гелевом вспухании численность колоний бактерий увеличивается в 2 раза в независимости от времени года. При нитчатом вспухании численность *Zoogloea ramigera* не отличается от удовлетворительного состава, в весенне-летний период 14 колоний, в осенне-зимний – 13 колоний.

При выявлении показателей биотестирования в естественных водоёмах учитывали

эколого-физиологические аспекты адаптивности моллюсков и рыб. Количество ТБК-активных продуктов в организмах моллюсков из створа 1 и створа 2 существенно различается (табл. 5). По сравнению с показателями моллюсков, выловленных из чистых водоёмов, содержание ТБК-активных продуктов у особей из загрязнённых водоёмов значительно увеличилось. У трёхлетних моллюсков содержание продуктов перекисного окисления липидов увеличилось на 20,3% в гепатопанкреасе, 24,5% в мышечной ткани, 38,7% в жабрах, 30,6% в гонадах. У пятилетних моллюсков разница составила 19,6% в гепатопанкреасе, 20% в мышечной ткани, 30,7% в жабрах и 26,6% в гонадах. У моллюсков двух возрастных групп ярко выражена реакция на качество водной среды.

Таким образом, рекомендуем использовать показатели количества ТБК-активных продуктов при проведении биотестирования.

В водоёмах, где в донных отложениях обнаружено содержание меди и цинка в пределах ПДК при практически равных условиях по остальным гидрохимическим показателям, та же тенденция сохраняется и в печени окуней, количество меди в печени у этих рыб 0,4 мг/кг, цинка 2,9 мг/кг.

Надо отметить, что в экологически благополучных водоёмах в любом случае проис-

Таблица 4

Характеристика видового состава биоты активного ила аэротенков в различные сезоны года

Видовой состав активного ила	Сезон года											
	лето			осень			зима			весна		
	состояние ила											
	норма	вспухание		норма	вспухание		норма	вспухание		норма	вспухание	
	нитчатое	гелевое		нитчатое	гелевое		нитчатое	гелевое		нитчатое	гелевое	
Амёба голая <i>Amoebina</i> , экз./100 см ³	31	56	42	9	19	11	15	17	9	15	42	35
Жгутиковые <i>Mastigophora</i> , экз./100 см ³	16	28	11	11	15	10	10	12	8	19	25	15
Свободноплавающие инфузории <i>Tintinnoidea</i> , экз./100 см ³	24	41	57	25	35	41	13	18	15	19	26	39
Прикреплённые инфузории <i>Vorticella</i> , экз./100 см ³	4	-	-	15	-	-	46	-	-	3	-	-
Нитчатые бактерии, экз./100 см ³	5	29	-	3	16	-	3	12	-	4	17	-
Коловратки <i>Rotatoria</i> , экз./100 см ³	5	-	-	7	-	-	24	-	-	9	-	-
<i>Zoogloea ramigera</i> (число колоний) ($\times 10^2$)	19	14	39	13	11	23	10	13	21	21	24	45

Таблица 5

Содержание ТБК-активных продуктов в организме моллюсков, обитающих в различных экологических условиях

Органы	Содержание ТБК-активных продуктов в организме моллюсков, мкмоль/г			
	Створы			
	1	2	1	2
	возрастные группы моллюсков			
	3 года		5 лет	
Гепатопанкреас	15,9±0,4	19,1±0,3	16,3±0,3	19,5±0,7
Мышечная ткань	18,4±0,3	22,9±0,3	19,5±0,6	23,4±0,7
Жабры	15,0±0,4	20,8±0,4	16,3±0,3	21,3±0,5
Гонады	19,3±0,3	25,2±0,3	19,9±0,4	25,2±0,6

ходит аккумуляция поллютантов организмом, но процесс медленный и не оказывает влияние на особь.

При критическом накоплении донными отложениями меди 8,0 мг/кг и цинка 46 мг/кг накопление поллютантов в печени рыб происходит не одинаково. Так, идёт активная реакция на медь, её количество в маркерном органе трёхлетней особи окуня возрастает до 16,8 мг/кг. Накопление цинка в печени рыб из загрязнённого водоёма идёт медленно, количество поллютанта в органе 20,3 мг/кг, то есть в 2 раза ниже, чем в среде обитания. Таким образом, при загрязнении воды цинком печень не является тест-чувствительным объектом. Рекомендуем использовать эти данные при проведении биотестирования.

Заключение

Низшие ракообразные, используемые нами в лабораторных условиях в качестве тест-объектов для биотестирования, проявляют неодинаковую адаптивную реакцию к гидрохимическому составу сточных вод в разные сезоны года. Приоритетными поллютантами в воде в весенне-летний период является ион аммония, а в осенне-зимний – хлорид-ион. При проведении биотестирования сточной воды на токсичность рекомендуем использовать в качестве тест-объекта в весенне-летний период *Ceriodaphnia affinis* в осенне-зимний – *Daphnia magna*.

При работе в производственных условиях с активным илом необходимо учитывать его состав в разные периоды года. Маркерными показателями являются нитчатые бактерии при нитчатом вспухании. Их численность в критических ситуациях возрастает в 6 раз в весенне-летний период года, в 4 раза в осенне-зимний период. При начале процесса гелевого вспухания тест-объектом является *Zooglea*

ramigera. Численность колоний бактерий возрастает в 2 раза относительно удовлетворительного состава активного ила. Таким образом, показатели, отражающие реакции адаптации биоты активного ила к различным поллютантам, свойственным сточным водам в зависимости от сезона года, необходимо использовать для прогнозирования и предотвращения его вспухания.

Высокой тест-чувствительностью на загрязнение водоёмов цинком и медью обладают жабры и гонады моллюсков. Результаты исследования показывают существенные различия влияния качества среды обитания на эти органы и подтверждаются данными гидрохимического анализа, что говорит о достоверности методики, основанной на сравнении концентрации ТБК-активных продуктов в организме моллюсков.

Сравнение значений содержания цинка в печени окуней из разных по экологическому состоянию створов одного водоёма показало, что этот орган не является маркерным при загрязнении воды и донных отложений данным поллютантом, тогда как для меди обнаруживается достоверная зависимость.

Выявленные закономерности позволяют использовать полученные нами показатели гидробиоты при биотестировании воды на токсичность.

Литература

1. Нефедова С.А. Эколого-физиологические механизмы адаптации животных к антропогенным воздействиям (на примере Рязанской области): Автореф. дис... д-ра биол. наук. Петрозаводск. 2011. 52 с.
2. Ломаш С.И. Особенности и проблемы методов производственного экологического контроля// Теоретическая и прикладная экология. 2013. № 2. С. 102–108.
3. Нефедова С.А., Коровушкин А.А., Зутова Л.Б. Эффективность очистки сточных вод, используемых для

водопоя сельскохозяйственных животных, во взаимосвязи с биоиндикационными реакциями биоты водоёмов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета. 2014. № 1 (21). С. 64–69.

4. Швецова И.Н., Батракова Г.М., Зайцева Т.А. Обоснование использования активного ила для биологической рекультивации почв, загрязнённых ароматическими аминами (анилином) // Теоретическая и прикладная экология. 2013. № 1. С. 17–21.

5. Поминчук Ю.А., Коровушкин А.А. Индикаторные организмы активного ила на сооружениях биологической очистки // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2010. № 4. С. 37–38.

6. Гханнам Х.Ю. Свободнорадикальный гомеостаз моллюсков *Unio pictorum* в норме и при воздействии тяжёлых металлов: Автореферат дис... канд. биол. наук. Астрахань. 2011. 19 с.

7. Лукьяненко В.И. Общая ихтиотоксикология. М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1983. 320 с.

8. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. М.: ЭФИА, НИИ-Природа, 2002. 61 с.

9. Методика проведения технологического контроля работы сооружений по очистки сточных вод // Pandia.ru: Энциклопедия знаний. [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.pandia.ru/text/78/102/615-24.php>.

10. Метод определения концентрации малонового диальдегида в сыворотке крови // BioXplorer: Секреты биологии. [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.bioxplorer.ru/bilers-1079-1.html>.

11. Жмур Н.С. Управление процессом и контроль результата очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. М.: Луч, 1997. 168 с.

Первое информационное сообщение

В октябре 2015 г. на базе Вятской государственной сельскохозяйственной академии (г. Киров) планируется проведение 2-й международной научно-практической конференции «**Водоросли и цианобактерии в природных и сельскохозяйственных экосистемах**», посвящённой 105-летию со дня рождения выдающегося российского альголога, д.б.н., профессора Эмилии Адриановны Штиной.

Э. А. Штина (1910–2007) почти 70 лет занималась изучением водной и почвенной альгофлоры. Вместе с М. М. Голлербахом она явилась создателем нового направления в изучении почвенной микробиоты – почвенной альгологии. Их совместные монографии «Почвенные водоросли» (1969 г.) и «Экология почвенных водорослей» (1976 г.) стали классикой почвенной альгологии.

В 2010 г. состоялась 1-я Международная конференция «Водоросли и цианобактерии в природных и сельскохозяйственных экосистемах», посвящённая 100-летию со дня рождения Э. А. Штиной, которая собрала ведущих учёных-альгологов, микробиологов, ботаников, почвоведов, микологов, физиологов растений России и ближнего зарубежья. В резолюции конференции отмечалась необходимость проведения подобных научных форумов каждые 5 лет.

Основные планируемые направления работы конференции

- Роль водорослей и цианобактерий в природных, сельскохозяйственных и техногенных экосистемах
- Флора и систематика водорослей и цианобактерий
- Физиология, биохимия и экология фототрофных микроорганизмов
- Изучение взаимодействия водорослей и цианобактерий с другими организмами
- Использование водорослей и цианобактерий в биомониторинге состояния окружающей среды: биотестирование и биоиндикация
- Водоросли и цианобактерии в биоремедиации загрязнённых территорий
- Практическое использование водорослей и цианобактерий.
- Приглашаем всех заинтересованных лиц принять участие в обсуждении программы и работе конференции.

Контакты: (8332) 57-43-14, nm-flora@rambler.ru