

УДК 574.586

ПИГМЕНТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРИФИТОНА ОЗЕРНО-РЕЧНЫХ СИСТЕМ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

© 2016 Е.В. Станиславская

Институт озераведения РАН, г. Санкт-Петербург

Статья поступила в редакцию 25.05.2016

В работе рассматривается распределение различных пигментных характеристик перифитона в трех озерно-речных системах, испытывающих значительную антропогенную нагрузку и расположенных в пределах г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Показано, что эти характеристики в определенной мере отражают степень загрязнения водоемов и водотоков, но некоторые из показателей малоинформативны и не могут быть использованы для оценки экологического состояния водных объектов.

Ключевые слова: озерно-речные системы, перифитон, хлорофилл «а», каротиноиды, феопигменты, пигментные индексы

В настоящее время возрастающий уровень антропогенной нагрузки на водоемы и водотоки приводит к значительным изменениям их экосистем. Наиболее сильно негативные последствия антропогенных воздействий проявляются на водных системах, расположенных в больших промышленных городах и их пригородах. Это связано с тем, что на урбанизированных территориях формируются, как правило, комплексные формы антропогенных воздействий, которые приводят к нарушению естественных процессов формирования качества воды. Выявление закономерностей «трансформированности» подобных водных систем является важной составляющей их мониторинга. Использование перифитонных сообществ при оценке экологического состояния водоемов и водотоков определяется тем, что они достаточно информативны, поскольку способны быстро реагировать на изменения окружающей среды. Большим количеством работ установлено, что загрязнения вызывают значительные структурные перестройки сообществ обрастаний. Они выражаются в обеднении видового состава водорослей, упрощении структуры, снижении видового разнообразия, смене доминирующих видов или развитии монодоминантных сообществ [1-5 и др.]. Однако функциональные показатели, такие как пигментный состав перифитона, меньше используются для индикации степени загрязнения вод. Следует отметить, что эти показатели планктонных водорослевых сообществ широко используются как в биоиндикации, так и в других оценках состояния водных экосистем. Так содержание хлорофиллов а, b и c и их соотношения определяют количественное развитие водорослей планктона, а также их таксономическое разнообразие [6, 7]. Соотношения хлорофиллов, каротиноидов и феопигментов фитопланктона могут быть значимыми при оценке качества вод, а также пигментные индексы - E_{480}/E_{664} , E_{430}/E_{664} , которые могут свидетельствовать о физиологическом состоянии водорослей и функционировании планктонного сообщества в целом [7-9 и др.]. В последнее время появились работы, в которых традиционно применяемые пигментные характеристики фитопланктона стали применять для оценки состояния перифитона [10, 11]. Авторами установлено, что как содержание фотосинтетических пигментов в перифитоне, так и их различные соотношения и пигментные индексы в определенной мере отражают уровень

развития сообщества, его физиологические характеристики и могут быть показателями экологического состояния водоемов.

Цель работы: определить возможность использования фотосинтетических пигментов перифитона для оценки экологического состояния озерно-речных систем урбанизированных территорий.

Материал и методы. В качестве объектов исследования были выбраны три водные системы на территории Санкт-Петербурга и его окрестностей, подверженные антропогенным воздействиям различных видов. В их число входили городское строительство, автодороги, промышленные предприятия, нефтебазы, сельхозугодия, садоводства. Исследования проводились в мае, июле и сентябре 2013 г. на озерно-речных системах: оз. Нижнее Суздальское с реками Старожиловкой и Каменкой, Дудергофские озера с р. Дудергофкой, р. Охта с Охтинским водохранилищем (табл. 1).

Таблица 1. Расположение станций в исследованных озерно-речных системах

Станции	Расположение
Суздальская озерно-речная система	
Ст.1 (р. Старожиловка - исток)	Ленинградская область
Ст.2 (р. Старожиловка - устье)	Санкт-Петербург
Ст.3 (оз.Н. Суздальское – заросли)	Санкт-Петербург
Ст.4 (р. Каменка - исток)	Санкт-Петербург
Ст.5 (р. Каменка – ср. течение)	Санкт-Петербург
Ст.6 (Шуваловский карьер - заросли)	Санкт-Петербург
Ст.7 (р. Каменка – нижн. течение)	Санкт-Петербург
Дудергофская озерно-речная система	
Ст.1 (оз. Дудергофское)	Ленинградская область
Ст.2 (оз. Безымянное)	Ленинградская область
Ст.3 (р. Дудергофка – ср. течение)	Ленинградская область
Ст.4 (р. Дудергофка – нижн. течение)	Санкт-Петербург
Охтинская озерно-речная система	
Ст.1 (р. Охта – верх. течение)	Ленинградская область
Ст.2 (р. Охта – ср. течение)	Санкт-Петербург
Ст.3 (Охтинское водохранилище)	Санкт-Петербург
Ст.4 (р. Охта – ниже водохранилища)	Санкт-Петербург
Ст.5 (р. Охта – нижн. течение)	Санкт-Петербург

Обрастания собирались с высшей водной растительности, среди которой были тростники, ежеголовники, рдесты, роголистники. На некоторых станциях пробы отбирались с камней. При сборе и обработке материала использовались методики, применяемые в

Станиславская Елена Владимировна, кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории гидробиологии. E-mail: stanlen@mail.ru

ИНОЗ РАН [12]. Содержание фотосинтетических пигментов водорослей перифитона определяли стандартным спектрофотометрическим методом в смешанном 90% ацетоновом экстракте. Концентрации хлорофилла «а» (хлорофилл *a*), каротиноидов, феопигментов и пигментные индексы рассчитывали по соответствующим формулам [13].

Результаты и обсуждение. Содержание хлорофилла *a* в перифитоне трех исследованных систем изменялось в широких пределах (табл. 2). Наиболее высокие абсолютные величины хлорофилла *a* были отмечены на ст.3 в перифитоне Охтинской системы, минимальные на ст.1 в Суздальской системе.

Таблица 2. Пигментные характеристики фитоперифитона озерно-речных систем в 2013 г.

Станции	Месяц	С хл <i>a</i> мг/г.субстр	С кар мг/г.субстр	Скар/Схл <i>a</i>	Схл <i>a</i> /Сфео	ПИ (E ₄₈₀ /E ₆₆₄)
Суздальская озерно-речная система						
Ст.1	май	0.310	0.155	0.5	1.35	0.6
	июль	0.002	-	-	-	-
	сентябрь	0.045	0.03	0.7	1.0	0.31
Ст.2	май	0.350	0.240	0.68	3.0	0.8
	июль	0.096	0.055	0.57	48	0.68
	сентябрь	0.064	0.045	0.70	1.7	1.63
Ст.3	май	0.36	0.250	0.69	5.2	0.72
	июль	0.037	0.025	0.67	7.4	0.68
	сентябрь	0.018	0.009	0.50	2.0	2.5
Ст.4	май	0.59	0.39	0.66	2.4	0.72
	июль	0.31	0.22	0.7	4.2	0.83
	сентябрь	0.210	0.130	0.62	2.2	0.73
Ст.5	май	0.47	0.270	0.57	5.1	0.66
	июль	0.41	0.89	2.1	17.7	0.59
	сентябрь	0.480	0.400	0.83	3.4	0.98
Ст.6	май	0.41	0.25	0.60	2.3	0.72
	июль	0.034	0.062	2.06	8.5	0.50
	сентябрь	0.026	0.020	0.80	2.2	0.97
Ст.7	май	0.28	0.180	0.64	2.8	0.77
	июль	0.037	0.054	1.45	9.3	0.56
	сентябрь	0.045	0.030	0.67	3.8	0.88
Дудергофская озерно-речная система						
Ст.1	май	0.160	0.110	0.7	5.5	0.74
	июль	0.313	0.140	0.44	4.4	0.88
	сентябрь	0.420	0.350	0.83	3.8	0.96
Ст.2	май	0.029	0.02	0.7	2.9	0.76
	июль	0.186	0.15	0.81	2.4	0.90
	сентябрь	0.190	0.060	0.50	5.3	0.90
Ст.3	май	0.140	0.100	0.7	6.7	0.79
	июль	0.052	0.02	0.38	1.8	0.87
	сентябрь	0.460	0.36	0.8	9.2	0.9
Ст.4	май	0.078	0.056	0.72	3.7	0.80
	июль	0.074	0.036	0.48	1.6	1.10
	сентябрь	0.480	0.380	0.80	2.9	0.92
Охтинская озерно-речная система						
Ст.1	май	0.160	0.078	0.48	3.5	0.55
	июль	0.011	0.002	0.18	5.5	0.25
	сентябрь	0.162	0.050	0.30	3.8	0.7
Ст.2	май	0.140	0.091	0.65	4.4	0.73
	июль	0.074	0.06	0.81	18.5	0.72
	сентябрь	0.055	0.040	0.72	1.8	0.87
Ст.3	май	0.018	0.012	0.67	1.4	0.77
	июль	0.023	0.010	0.43	5.75	0.66
	сентябрь	0.850	0.540	0.63	3.1	0.74
Ст.4	май	0.140	0.130	0.93	1.4	0.94
	июль	0.057	0.032	0.56	2.7	0.63
	сентябрь	0.085	0.050	0.58	2.4	0.75
Ст.5	май	0.312	0.040	0.13	1.2	0.67
	июль	0.055	0.028	0.56	3.9	0.59
	сентябрь	0.413	0.250	0.3	3.4	0.71

Примечание: С хл *a* – содержание хлорофилла «а», С кар – содержание каротиноидов, Скар/Схл *a* – соотношение каротиноидов и хлорофилла «а», Схл *a* /Сфео – соотношение хлорофилла «а» и феопигментов, ПИ (E₄₈₀/E₆₆₄) – пигментный индекс

В Суздальской озерно-речной системе содержание хлорофилла *a* изменялось от 0.02 до 0.590 мг/г.субстр. (табл. 2). Максимальные величины содержания хлорофилла приходились на весенний период на всех станциях, а затем постепенно снижались к осени, т.е. можно говорить об однотипной сезонной динамике на протяжении всей водной системы.

Наиболее высокие величины содержания хлорофилла *a* в обрастаниях в течение вегетационного сезона были отмечены в истоке реки Каменки (ст.4) и в среднем ее течении (ст.5), это вызвано обогащением обрастаний планктонными формами, поступающими из оз. Нижнего Суздальского. Содержание каротиноидов изменялось от 0.009 до 0.400 мг/г.субстр. и в целом соответствовало

динамике концентраций хлорофилла *a* (табл. 2). Соотношение каротиноидов и хлорофилла *a* ($S_{chl\ a}/S_{chl\ a}$) в течение вегетационного сезона на всех станциях изменялось от 0,5 до 2,1 и, в целом, было относительно невысоким. Подтверждением относительно благополучного состояния водорослей перифитона в этой системе были также величины пигментного индекса E_{480}/E_{664} , который в период исследований был ниже единицы. Анализ сезонной динамики феопигментов показал, что их процентное содержание на большинстве станций не превышало 40% в весенний и осенний период, а в летний период было еще меньшим (рис. 1). Выделялась станция в истоке р. Старожиловки, где весной и осенью феопигменты преобладали, а летом в этой

точке содержание хлорофилла было на пределе определения (рис. 1). Отношение $S_{chl\ a}/S_{фео}$ изменялось в очень широких пределах: от 1 до 48, что характеризовало перифитонное сообщество как нормально функционирующее. Величины пигментного индекса Маргалефа (E_{430}/E_{664}) во все сроки наблюдений были относительно низкими на большинстве станций. Динамика индекса во все сроки была схожей (рис. 1). Наблюдалось значительное снижение величин индекса летом на р. Каменке в среднем и нижнем течении и Шуваловском карьере, что свидетельствовало о наиболее благоприятном физиологическом состоянии водорослей перифитона на этих участках системы.

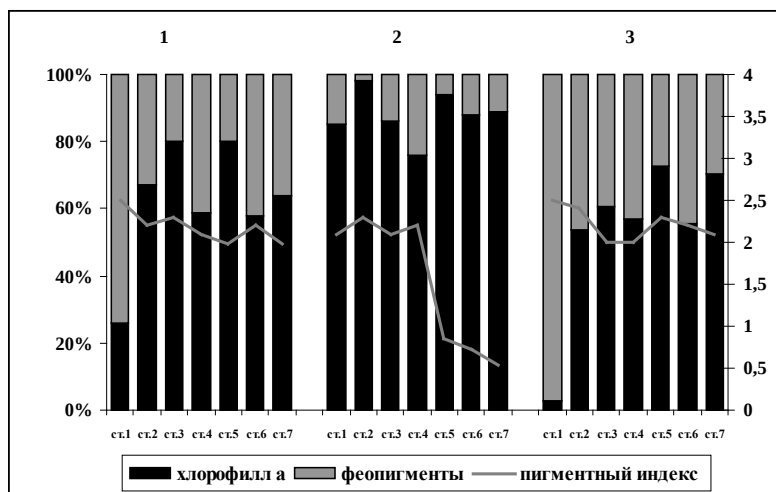


Рис. 1. Пигментный индекс Маргалефа и процентное соотношение «чистого» хлорофилла *a* и феопигментов в перифитоне Суздальской озерно-речной системы в 2013 г. (Обозначения: 1 - май, 2- июль, 3- сентябрь)

В Охтинской озерно-речной системе величины содержания хлорофилла *a* обрастаний имели самый большой размах колебаний, изменяясь от 0,011 до 0,850 мг/г.субстр. (табл. 2). Четкой картины распределения пигментных характеристик выявить не удалось. Максимальные величины содержания хлорофилла *a* перифитона в этой водной системе отмечались в сентябре на станциях 3 и 5. На станциях 1, 4 и 5 пики содержания хлорофилла *a* приходились либо на весну, либо на осень, а спад этого показателя приходился на летний период. Напротив, на ст. 2 величина концентрации хлорофилла *a* снижалась к концу сезона, а на ст. 3 возрастала (табл. 2). В целом, наиболее высокие средние по всем станциям величины содержания хлорофилла *a* отмечались в сентябре (0,226 мг/г.субстр.), минимальные в июле (0,08 мг/г.субстр.). Содержание каротиноидов изменялось от 0,002 до 0,580 мг/г.субстр. и следовало динамике концентраций хлорофилла *a* (табл. 2). Соотношение каротиноидов и хлорофилла *a* ($S_{кар}/S_{chl\ a}$) было также невысоким и изменялось от 0,13 до 0,93. Величины пигментного индекса E_{480}/E_{664} также как и в Суздальской системе были ниже единицы. Наиболее высокое процентное содержание феопигментов наблюдалось весной на станциях 3, 4 и 5, в среднем составляя около 70%, летом и осенью оно было ниже (рис. 2). Отношение $S_{chl\ a}/S_{фео}$ изменялось в широких пределах: от 1,2 до 18,5, что соответствовало относительно нормальному функционированию перифитонного сообщества (табл. 2). Пигментный индекс Маргалефа (E_{430}/E_{664}) перифитона в этой системе был наиболее высоким, что могло свидетельствовать о относительно плохом физиологическом состоянии водорослей, которые испытывали какие-то неблагоприятные воздействия. Кривая динамики этого индекса в сезоне

была очень схожей, они увеличивались на ст.2, а затем снижались и вновь возрастали, что, в целом, может говорить об ухудшении условий существования водорослей перифитона вниз по течению р. Охты (рис. 2).

В Дудергофской озерно-речной системе содержание хлорофилла *a* в перифитоне также имело широкий размах колебаний и изменялось от 0,011 до 0,420 мг/г.субстр. (табл. 2). В обрастаниях данной системы сезонная динамика этого показателя была выражена относительно четко. Наблюдалось его постепенное увеличение на всех станциях к осени, причем количественное развитие перифитона по всей системе было на одном уровне (таблица 2). Содержание каротиноидов изменялось от 0,02 до 0,380 мг/г.субстр. и в целом соответствовало динамике хлорофилла *a* (табл. 2). Соотношение каротиноидов и хлорофилла *a* ($S_{кар}/S_{chl\ a}$) также было невысоким и изменялось от 0,48 до 0,83. Величины пигментного индекса E_{480}/E_{664} также как и в других исследованных водных системах были ниже единицы, за исключением ст.4 в летний период (табл. 2). Анализ процентного соотношения «чистого» хлорофилла *a* и феопигментов показал, что его доля на всех станциях была сравнительно высокой на протяжении всего вегетационного сезона, немного снижаясь в летний период, особенно на речных станциях (рис. 3). Отношение $S_{chl\ a}/S_{фео}$ изменялось от 1,6 до 9,2, и было самым низким из изученных водных систем (табл. 2). Пигментный индекс Маргалефа, был низким в весенний период, что свидетельствовало о более благоприятном состоянии сообщества обрастаний. Летом и осенью его значения возрастали, что определяло ухудшение качества воды в системе и более угнетенном состоянии водорослей обрастаний. Наиболее высокие значения этого индекса отмечались на речных станциях (рис. 3).

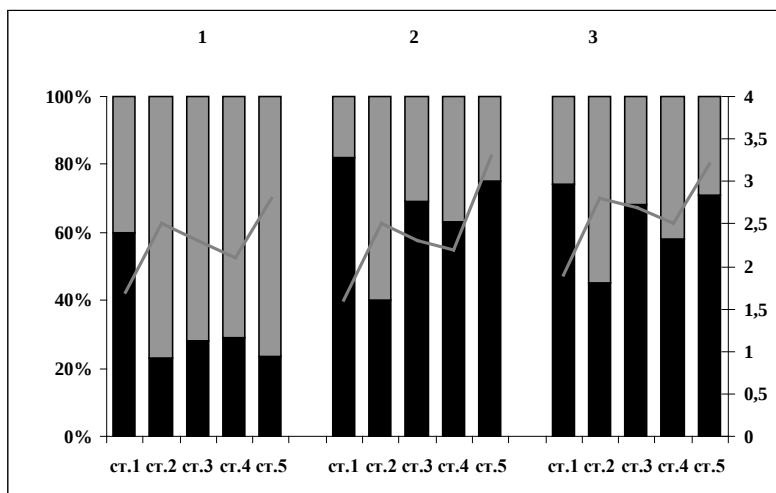


Рис. 2. Пигментный индекс Маргалефа и процентное соотношение «чистого» хлорофилла *a* и феопигментов в перифитоне Охтинской озерно-речной системы в 2013 г. (Обозначения как на рис. 1)

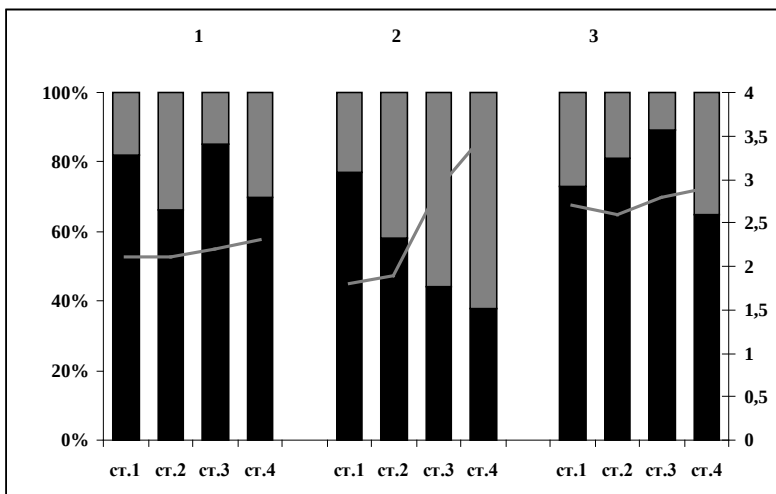


Рис. 3. Пигментный индекс Маргалефа и процентное соотношение «чистого» хлорофилла *a* и феопигментов в перифитоне Дудергофской озерно-речной системы в 2013 г. (Обозначения как на рис. 1)

Результаты нашего исследования показали, что содержание хлорофилла *a* в перифитоне озерно-речных систем не может служить надежным показателем экологического состояния водоемов. Это связано с тем, что концентрации этого пигмента изменялись в очень широких пределах без какой-либо четкой закономерности. Однако следует отметить, что существуют попытки классификаций трофического состояния водных объектов по уровню количественного развития перифитона и в том числе по содержанию хлорофилла [14, 11]. Считается, что величины содержания каротиноидов, как вспомогательных пигментов отражают некоторые структурные характеристики водорослевых сообществ [7, 15]. В исследованных водных системах содержание каротиноидов, в целом, было связано с содержанием зеленого пигмента и кривые их динамики в сезоне и по станциям совпадали. Однако содержание каротиноидов не выявили те «трансформированные» участки водных систем, на которых были отмечены существенные изменения структурных характеристик сообществ перифитона [3].

Установлено, что для оценки физиологического состояния водорослей используют соотношение их различных пигментных характеристик. Сравнительная оценка физиологического состояния водорослей на разных станциях и в пределах разных систем может

служить индикатором присутствия загрязняющих веществ и других антропогенных влияний. Соотношение содержания каротиноидов и хлорофилла *a* (Скар/Схл *a*) служит одним из показателей благополучного состояния водорослей. Накопление каротиноидов и разрушение хлорофилла (высокие значения соотношения) происходит, как правило, при наличии негативных факторов, что и отражается на фотосинтетической активности клеток водорослей [10]. В изученных водных системах были отмечены низкие значения этого соотношения, что может свидетельствовать о нормальном функционировании прикрепленных сообществ. Это, возможно, связано с тем, что в эвтрофных водах соотношение Скар/Схл – низкое, наблюдается улучшенное состояние клеток водорослей, поскольку имеется достаточная обеспеченность биогенными элементами. Все три озерно-речные водные системы по содержанию биогенных элементов можно отнести к разряду эвтрофных [16], что и приводит к снижению величин этого соотношения. Еще одной характеристикой физиологического состояния водорослей является содержание феопигментов (процент в сумме с «чистым» хлорофиллом) и его соотношение с хлорофиллом *a* (Схл *a* /Сфео). Последнее свидетельствует об отмирании и

разложении клеток водорослей, если его величины меньше единицы [10].

Наши исследования показывают, что в исследованных системах на протяжении всего периода наблюдений это соотношение было выше единицы, что указывало на относительно хорошее физиологическое состояние перифитона в них. Выделялись некоторые станции, где оно приближалось к единице, но они не совпадали со станциями, на которых были зарегистрированы наиболее значительные структурные изменения. Процентное содержание феопигментов в перифитоне сильно варьировало по станциям во всех водных системах, но четкой закономерности выявить не удалось. Подтверждением нарушения функциональной активности водорослей в загрязняемой среде может также служить пигментный индекс Маргалефа (D_{430}/D_{664}). В перифитоне исследованных систем этот индекс на протяжении всего периода наблюдений изменялся в пределах от 1.5 до 3.5, что диагностировало достаточно активную вегетацию водорослей. Показательной была динамика величин этого индекса, позволяющая выделить те станции, где происходило его снижение или увеличение, что соответствовало изменениям в структурных характеристиках вследствие влияния загрязнений. Анализ величин пигментного индекса (D_{430}/D_{664}) показал, что они практически на всех станциях невысоки и не превышают единицы. Отмечается, что невысокие значения этого индекса определяют стабильное функционирование водорослевых сообществ, а высокие свидетельствуют об ухудшении их физиологического состояния [7, 8].

Выводы: проведенные исследования показали, что большинство фотосинтетических пигментных характеристик, с успехом использующихся для оценки качества воды в других водных объектах, в водоемах и водотоках урбанизированных территорий оказались малоинформативны и не могут быть использованы для оценки их экологического состояния. Исключение составляет пигментный индекс Маргалефа (D_{430}/D_{664}), который может быть использован в биоиндикационных целях, поскольку с его помощью удалось установить, что исследуемое сообщество перифитона в водных системах находится под влиянием загрязнений, а его функциональные характеристики нарушены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Комулайнен, С.Ф. Экология фитоперифитона малых рек Восточной Финноскандии. Монография. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004. 181 с.
2. Сластина, Ю.Л. Мониторинг состояния урбанизированных притоков Онежского озера (на примере р. Лососинки) / Ю.Л. Сластина, Л.А. Беличева, С.Ф. Комулайнен // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем II – СПб: Любавич, 2011. С.49-54.
3. Станиславская, Е.В. Оценка экологического состояния озерно-речных систем по структурным параметрам фитоперифитона // География: Развитие науки и образования. колл. моногр. по матер. Междунар. науч.-практ. конф. LXVIII Герценовские чтения, 22-25 апреля 2015 г. – СПб: Из-во РГПУ им. Герцена, 2015. С. 204-207.
4. Шербак, В.И. Использование фитомикрперифитона для оценки экологического состояния антропогенно измененных водных систем / В.И. Шербак, Н.Е. Семенюк // Гидробиологический журнал. 2011. Т. 47. № 2. С. 27-42.
5. Макаревич, Т.А. Перифитон и его использование в системе фоновых мониторинга / Т.А. Макаревич, А.П. Остапеня, Р.А. Деренговская и др. // Эколого-биологические исследования водоемов Березинского биосферного заповедника. – Минск: БГУ, 2013. С. 128-158.
6. Трифонова, И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Монография. – Л.: Наука, 1990. 184 с.
7. Минеева, Н.М. Растительные пигменты в воде Волжских водохранилищ. Монография. – М.: Наука, 2004. 156 с.
8. Сиделев, С.И. Анализ связей пигментных и структурных характеристик фитопланктона высокоэвтрофного озера / С.И. Сиделев, О.В. Бабаназарова // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. 2008. Т.2. №1. С. 162-177.
9. Сластина, Ю.Л. Состав и содержание пигментов фитопланктона Выгодско-Ондского водохранилища в летний период // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. Т.12. № 1(4). С. 970-973.
10. Белая, С.А. Фотосинтетические пигменты водорослей перифитона в водотоках Сихоте-Алинского биосферного заповедника / С.А. Белая, Н.К. Христофорова // Чтения памяти В.Я. Леванидова. 2011. Вып.5. С. 53-60.
11. Сиротский, С.Е. Фотосинтетические пигменты в перифитоне водотоков бассейнов рек Зея и Бурея // Чтения памяти В.Я. Леванидова. 2014. Вып.6. С.619-628.
12. Станиславская, Е.В. Продукционная характеристика растительного перифитона/ Е.В. Станиславская, И.С. Трифонова // Особенности формирования качества воды в разнотипных озерах Карельского перешейка – Л.: Наука, 1984. С.192-206.
13. UNESCO working group № 17. Determination of photosynthetic pigments in seawater. – Paris, 1966. 69 p.
14. Жукинский, В.Н. Проект унифицированной системы для характеристики континентальных водоемов и водотоков и ее применение для анализа качества вод / В.Н. Жукинский, О.П. Оксик, Я.Я. Цеев, В.Б. Георгиевский // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. – Л.: Гидрометиздат, 1977. С. 43-53.
15. Сигарева, Л.Е. Значимость пигментных характеристик фитопланктона при оценке качества воды / Л.Е. Сигарева, О.А. Ляшенко // Водные ресурсы. 2004. Т.31. №4. С.475-480.
16. Изгатьяева, Н.В. Гидрохимическая характеристика трех озерно-речных систем Санкт-Петербурга и Ленинградской области // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана. : Мат. лекций II-й Всерос. школы-конф., 18-22 ноября 2014 г. ИБВВ РАН.– Ярославль: Филигрань, 2014. Том II. С. 165-168.

PIGMENT CHARACTERISTICS OF PERIPHYTON AT LAKE-RIVER SYSTEMS IN URBANIZED TERRITORIES

© 2016 E.V. Stanislavskaya
Institute of Limnology RAS, St. Petersburg

This paper considers the distribution of various pigment characteristics of periphyton in three lake-river systems suffering from significant anthropogenic pressure and located in St.-Petersburg and Leningrad oblast. It was shown that these characteristics in some respects reflect pollution level of lakes and rivers, but some of them are uninformative and cannot be used for assessment of ecological conditions of water objects.

Key words: lake-river systems, periphyton, chlorophyll, karotinoids, pheopigments, pigment index

Elena Stanislavskaya, Candidate of Biology, Associate Professor, Senior Research Fellow at the Hydrobiology Laboratory. E-mail: stan-len@mail.ru