

Первые определения содержания хлорофилла «а» и продукционно-деструкционных характеристик планктона озер республиканского ландшафтного заказника «Синьша»

Ю.Л. Становая

Белорусский государственный университет

Усиление антропогенного влияния на водные объекты на протяжении последних пятидесяти лет привело к необходимости мониторинга и поисков объективных комплексных показателей оценки качества вод. Наиболее важным системным показателем служит перестройка структуры и метаболизма биоценозов. Это непосредственно отражается на величине первичной продукции, на соотношении между первичной продукцией и деструкцией органического вещества в планктоне.

Целью исследований является получение первых данных по содержанию хлорофилла «а» и продукционно-деструкционным показателям планктона озер заказника. Эти показатели лежат в основе характеристики трофического состояния водных экосистем и являются базовыми при проведении их экологического мониторинга.

Исследования проводились на девяти озерах республиканского ландшафтного заказника «Синьша» общепринятыми в гидробиологии методиками.

Все величины полученных нами показателей, отражающих трофический статус водоема, указывают на принадлежность исследуемых озер к мезотрофному типу. Отметим, что озера Глыба, Дриссы, Волобо, Синьша, Оптино и Ножницы по генетическому типу их классификации, проведенной первыми исследователями этих озер, были отнесены к эвтрофным водоемам. Генетическая типизация озер Пролобно, Островцы и Черное в работе этих авторов не приведена. Для уточнения трофического статуса всех озер заказника требуются дальнейшие исследования.

Ключевые слова: планктон, хлорофилл «а», продукция, деструкция, трофический статус водоема.

The first determination of chlorophyll «a» content and production-destruction characteristics of lake plankton of the Republic landscape reservation «Sinsha»

Y.L. Stanovaya

Belarusian State University

The reinforcement of anthropogenic influence on water bodies during last 50 years has led to the necessity of monitoring and search of objective complex indices for the estimation of water quality. A more important systematic index is a reconstruction of the structure and metabolism of biocenosis. It is directly reflected on the quantity of the primary production, on the correlation between primary production and destruction of the organic substance in plankton.

The aim of the research is obtaining primary data about the presence of chlorophyll «a» and production-destruction indices of lake plankton in the landscape reservation. These indices lie in the basis of the characteristic of a trophic condition of water ecosystems and are basic in ecological monitoring.

The researches were made on nine lakes of the Republic geographical landscape reservation «Sinsha» with the help of the methods generally used in hydrobiology.

All the parameters of the indices obtained by us, which reflect a trophic status of the reservoirs, indicate the belonging of the investigated lakes to the mesotrophic type.

It should be pointed out that lakes Glyba, Drissa, Volobo, Sinsha, Optino and Nozhnitsy, according to the genetic type of their classification made by their first investigators, were referred to eutrophic water bodies. Genetic typification of lakes Prolobno, Ostrovtsy and Chyornoye was not mentioned in the works of these authors. That's why further researches are necessary to specify the trophic status of all the lakes in this reservation.

Key words: plankton, chlorophyll «a», production, destruction, trophic status of a water body.

Республиканский ландшафтный заказник «Синьша», расположенный на территории Рос-сонского района Витебской области, представляет собой уникальный природно-территориальный комплекс с разнообразными ландшафтами, богатым животным и раститель-

ным миром, обладает значительным ресурсным и рекреационным потенциалом. Возрастающее потребление биологических, и, в первую очередь, растительных, ресурсов на фоне усиливающихся рекреационных нагрузок (отдых, экотуризм) может привести к истощению при-

родных ресурсов, деградации экосистемы, сокращению численности или полному уничтожению популяций некоторых видов растений и животных. Усиление антропогенного влияния на водные объекты на протяжении последних пятидесяти лет привело к необходимости мониторинга и поисков объективных комплексных показателей оценки качества вод [1]. Наиболее важным системным показателем служит перестройка структуры и метаболизма биоценозов. Это непосредственно отражается на величине первичной продукции, на соотношении между первичной продукцией и деструкцией органического вещества в планктоне. Первичная продукция, наибольший вклад в которую вносят планктонные водоросли, наряду с поступающими в водоем аллохтонными органическими веществами составляет материальную и энергетическую основу всех последующих этапов продукционного процесса [2].

Несмотря на значительные достижения в области изучения функционирования экосистем, изучения динамики и системы охраны сосудистых растений и позвоночных животных, инвентаризация и классификация отдельных таксономических групп биоразнообразия в республике (водорослей, грибов, беспозвоночных) осуществляется не в полной мере. По некоторым из этих групп биоразнообразия сведения крайне недостаточные или вовсе отсутствуют [3], в том числе для особо охраняемых заповедных территорий. Изучение озер республиканского ландшафтного заказника «Синьша» проводилось дважды в составе комплексных экспедиций: в 1978 г. – научно-исследовательской лабораторией озераведения БГУ с целью инвентаризации водных объектов республики [4], и в 1994 г. группой специалистов НИЛ озераведения БГУ и биологического факультета ВГУ им. П.М. Машерова с целью получения данных для обоснования необходимости организации на территории Россонского района ландшафтно-гидрологического заказника [5]. В результате исследований [4] получены сведения о морфометрии, гидрохимии, видовом составе и количественном развитии планктонных и бентосных сообществ, водосборе и донных отложениях девяти озер (Глыба, Дриссы, Синьша, Волобо, Оптино, Ножницы, Яковское, Ямно, Белое) из двадцати одного, входящих в настоящее время в состав заказника. Исследования 1994 г. обновили данные о семи из девяти исследованных ранее озер [5]. В настоящее время нами проводится изучение 9 озер заказника: Глыба, Дриссы, Островцы, Синьша, Пролобно, Оптино, Волобо, Ножницы, Черное [6–11].

Целью исследований является получение первых данных по содержанию хлорофилла «а» и продукционно-деструкционным показателям планктона озер заказника. Эти показатели лежат в основе характеристики трофического состояния водных экосистем и являются базовыми при проведении их экологического мониторинга.

Материал и методы. В данной работе приводятся результаты исследований, проведенных в августе и октябре 2009 г. на озерах заказника «Синьша», семь из которых (Глыба, Дриссы, Островцы, Оптино, Волобо, Синьша, Пролобно), соединяясь между собой протоками, образуют систему, являющуюся истоком крупного притока Западной Двины реки Дриссы. Озера Ножницы и Черное, хотя и расположены на территории водосбора р. Дриссы, но не связаны с системой вышеуказанных озер и не имеют связи между собой.

Первичную продукцию планктона в поверхностном слое (на глубине оптимального фотосинтеза – А max) определяли в августе скляночным методом в кислородной модификации [2]. Склянки заполняли водой в двух повторностях. Экспозиция склянок в водоеме составляла 24 ч. Для определения содержания хлорофилла «а» использовали спектрофотометрический метод ацетоновых экстрактов, рекомендованный рабочей группой UNESCO [12, 13]. Концентрацию сестона определяли гравиметрическим методом в осадках, собранных на ядерных фильтрах с размером пор 1 мкм [14]. Прозрачность воды измеряли по диску Секки.

Результаты и их обсуждение. В результате рекогносцировочных исследований нами были впервые получены данные по содержанию хлорофилла «а» (косвенный показатель количественного развития фитопланктона) и продукционно-деструкционным характеристикам планктона.

Все исследованные озера по площади условно можно разделить на две группы (табл. 1): большие – площадь зеркала от 3,32 до 1,52 км² (оз. Волобо, Синьша, Дриссы, Глыба) и малые – площадь зеркала от 0,87 до 0,02 км² (оз. Пролобно, Островцы, Ножницы, Оптино, Черное). Большинство озер относятся к числу мелководных, средняя глубина колеблется от 2,6 до 5,2 м. Среди них выделяются два водоема с максимальными показателями глубины 10,7 м (оз. Глыба) и 9,9 м (оз. Волобо). Озера Волобо, Синьша, Дриссы и Ножницы имеют пологую литораль, вследствие чего полоса зарастания макрофитами составляет от 15–25 до 150–300 м [15, 16]. Для озер Пролобно и Черное данные о глубине, объеме воды и ширине полосы зарастания в литературе отсутствуют.

Таблица 1

Морфометрические показатели озер по литературным* и собственным данным**

Озеро	Площадь зеркала, км ² *	Объем воды, млн м ³ *	Глубина, м*		Ширина полосы зарастания, м*	Прозрачность, м**	
			max	средн.		лето	осень
Большие озера							
Волобо	3,32	17,20	9,9	5,2	15–120	1,9	1,6
Синьша	2,53	8,07	7,0	3,2	20–300	1,9	1,6
Дриссы	2,26	5,83	3,7	2,6	15–300	1,8	1,5
Глыба	1,52	7,44	10,7	4,9	15–60	2,0	1,8
Малые озера							
Пролобно	0,87	–	–	–	–	1,7	1,5
Островцы	0,86	1,94	4,0	–	–	1,8	1,4
Ножницы	0,72	2,60	5,6	3,6	25–150	1,9	1,8
Оптино	0,65	2,46	6,6	3,8	15–70	1,7	1,5
Черное	0,02	–	–	–	–	0,5	0,5

Таблица 2

Концентрация сестона, абсолютные и относительные показатели содержания хлорофилла «а» и его фотосинтетическая активность

Озеро	Сестон, мг/л		Хл-л «а», мкг/л		% хл-ла в сестоне		САЧ, мг С/мг хл-ла•сут.
	лето	осень	лето	осень	лето	осень	
Большие озера							
Волобо	2,0	1,7	5,0	2,7	3,7	0,2	38,0
Синьша	1,2	0,6	3,7	1,6	2,3	0,3	60,3
Дриссы	0,7	2,2	1,5	10,3	1,0	0,5	81,1
Глыба	1,5	3,2	7,8	22,2	6,6	0,7	32,1
Малые озера							
Пролобно	1,6	1,7	7,6	5,1	0,5	0,3	40,7
Островцы	1,4	4,7	2,6	3,4	0,2	0,1	47,1
Ножницы	1,5	2,0	3,6	5,8	0,2	0,3	60,6
Оптино	2,5	6,5	10,0	17,0	0,4	0,3	39,8
Черное*	–	–	–	–	–	–	–

* – из-за большого содержания коллоидных частиц в воде оз. Черного профильтровать необходимый для корректного определения показателей объем воды оказался невозможным.

Таблица 3

Продукционно-деструкционные характеристики планктона исследуемых озер

Озеро	Первичная продукция,		Деструкция,		A/R	
	A _{max} , г С/м ³ •сут.*	ΣA, г С/м ² •сут.	R _{max} , г С/м ³ •сут.*	ΣR, г С/м ² •сут.	в м ³	под м ²
Большие озера						
Волобо	0,21	0,40	0,06	0,31	3,50	1,29
Синьша	0,24	0,46	0,06	0,19	4,00	2,42
Дриссы	0,12	0,22	0,15	0,39	0,80	0,56
Глыба	0,24	0,48	0,18	0,88	1,30	0,55
Малые озера						
Пролобно	0,33	0,56	0,54	–	0,60	–
Островцы	0,12	0,22	0,06	–	2,00	–
Ножницы	0,21	0,40	0,15	0,54	1,40	0,74
Оптино	0,39	0,66	0,18	0,68	2,20	0,97
Черное	0,21	0,11	0,27	–	0,80	–

* – при выражении величин продукции и деструкции в углероде принимали ассимиляционный коэффициент равным 1,25, при этом 1 мг О₂ = 0,3 мг С [2].

Прозрачность воды в озерах (табл. 1) различается незначительно: от 1,7–2,0 м в летний период (август) до 1,4–1,8 м в период осеннего перемешивания водной массы. Однако, для небольшого оз. Черное, укрытого от ветрового перемешивания высокими берегами, прозрачность воды оставалась постоянной и составляла 0,5 м.

Концентрация сестона в озерах (табл. 2) в летний период была в пределах от 0,7 мг/л (оз. Дриссы) до 2,5 мг/л (оз. Оптино), осенью она различалась более заметно – от 0,6 мг/л (оз. Синьша) до 6,5 мг/л (оз. Оптино). Осеннее увеличение содержания сестона в шести из восьми исследуемых озер, вероятно, связано с поступлением детрита при отмирании макрофитов и аллохтонной взвеси с территории водосбора. Полученные нами данные близки к величинам концентрации сестона в мезотрофном озере Нарочь [17].

Содержание хлорофилла «а» (без учета фео-пигментов) летом (табл. 2) в планктоне озер находилось в пределах 1,5–10 мкг/л с минимальным значением в оз. Дриссы и максимальным в оз. Оптино. Более высокие значения хлорофилльного показателя наблюдались осенью в большинстве исследуемых водоемов. Лишь в озерах Волобо (2,7), Синьша (1,6) и Пролобно (5,1 мкг/л) его значения оказались ниже относительно летних величин.

Относительное содержание хлорофилла «а», характеризующее долю автотрофной компоненты в сестоне, изменялось в пределах 0,2–0,5% летом и 0,1–0,7% осенью (табл. 2). При этом максимальные значения данной характеристики сестона (0,5 и 0,7%) были отмечены в оз. Глыба, минимальные значения (0,1 и 0,2%) – в оз. Островцы, которое выделяется высокой степенью зарастания макрофитами.

Фотосинтетическая активность фитопланктона на глубине оптимального фотосинтеза в августе оценена по величине суточного ассимиляционного числа (САЧ, мг С/мг хл-ла•сут.). Приведенные в табл. 2 величины хорошо укладываются в пределы, приводимые в литературе [18, 19] для пресноводных водоемов.

Скорость продукции органического вещества в ходе фотосинтеза фитопланктона («assimilation» – А) в поверхностном слое воды в большинстве исследованных озер была сравнительно невысокой (табл. 3) и изменялась в пределах от 0,12 (оз. Дриссы, оз. Островцы) до 0,39 г С/м³•сут. (оз. Оптино). В подавляющем большинстве случаев деструкция органического вещества («respiration» – R) была ниже, чем продукция фитопланктона. Наиболее высокое

отношение А/R было отмечено для озер Синьша (4,00), Волобо (3,50), Оптино (2,20) и Островцы (2,00). В озерах Ножницы (1,4) и Глыба (1,3) оно оказалось гораздо ниже. В озерах Дриссы, Черное и Пролобно процессы деструкции превышали продукцию органического вещества планктона – отношение А/R составило 0,8, 0,8 и 0,6 соответственно.

Интегральную величину первичной продукции органического вещества планктона на единицу площади в озерах мы оценивали, используя уравнение:

$$\Sigma A = A_{\max} \cdot S, [20]$$

где ΣA – интегральная первичная продукция планктона (г С/м²•сут.), A_{\max} – величина первичной продукции планктона на глубине оптимального фотосинтеза (г С/м³•сут.), S – прозрачность воды по диску Секки в метрах (табл. 1).

В водном столбе продукция органического вещества планктона (табл. 3) лишь в озерах Синьша (2,42) и Волобо (1,29) превышает деструкцию.

Значения максимального и интегрального фотосинтеза планктона в исследованных озерах хорошо укладываются в пределы, приводимые в литературе для мезотрофных водоемов [18].

Заключение. Впервые получены данные о концентрации взвешенного вещества, содержания хлорофилла «а» и продукционно-деструкционных характеристиках планктона озер республиканского ландшафтного заказника «Синьша». Все величины полученных нами показателей, отражающих трофический статус водоема, указывают на принадлежность исследуемых озер к мезотрофному типу. Отметим, что озера Глыба, Дриссы, Волобо, Синьша, Оптино и Ножницы по генетическому типу их классификации (с учетом биомассы фито-, зоопланктона, зообентоса, ширины полосы зарастания, глубины, прозрачности, минерализации, рН, донных отложений и состава ихтиофауны), проведенной первыми исследователями этих озер [16], были отнесены к эвтрофным водоемам. Генетическая типизация озер Пролобно, Островцы и Черное в работе этих авторов не приведена. Для уточнения трофического статуса всех озер заказника требуются дальнейшие исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абакумов, В.А. Состояние экосистем поверхностных вод России по данным многолетнего мониторинга / В.А. Абакумов, Г.М. Черногаева // Состояние и комплексный мониторинг природной среды и климата. Пределы изменений. – М.: Наука, 2001. – С. 177–191.
2. Винберг, Г.Г. Первичная продукция водоемов / Г.Г. Винберг. – Минск, 1960. – 329 с.

3. Парфенов, В.И. Особо охраняемые заповедные территории – своеобразная модель современного изучения биоразнообразия растительного и животного мира / В.И. Парфенов // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы междунар. науч.-практ. конф. и X Зоол. конф. Часть 1. Сб. науч. работ / под общ. ред. М.Е. Никифорова. – Минск: ООО «Мэджик», ИП Вараскин, 2009. – С. 190–192.
4. Комплексное лимнологическое обследование озерных водоемов Белоруссии: отчет о НИР / Белорусский ордена Трудового Красного Знамени государственный университет им. В.И. Ленина; рук. темы доктор географ. наук, проф. О.Ф. Якушко. – Минск, 1978. – 422 с.
5. Научное обоснование организации государственного ландшафтно-гидрологического заказника «Синьша» (Витебская область, Россонский р-н). – Минск: Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, Министерство образования РБ, 1994. – 70 с.
6. Становая, Ю.Л. Осенний фитопланктон озера Волобо республиканского заказника «Синьша» / Ю.Л. Становая // Биологическое разнообразие Белорусского Поозерья: современное состояние, проблемы использования и охраны: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 19–21 ноября 2008 г. / Вит. гос. ун-т; редкол.: А.М. Дорофеев (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2008. – С. 218–219.
7. Становая, Ю.Л. Осенний фитопланктон озер Синьша, Волобо, Оптино республиканского ландшафтного заказника «Синьша» / Ю.Л. Становая // III Машеровские чтения: материалы респ. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Витебск, 24–25 марта 2009 г. / Вит. гос. ун-т; редкол.: А.Л. Гладков (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2009. – Естественные науки. – С. 84–85.
8. Становая, Ю.Л. Фитопланктон озера Глыба Республиканского ландшафтного заказника «Синьша» / Ю.Л. Становая // Охраняемые природные территории и объекты Белорусского Поозерья: современное состояние, перспективы развития: материалы III Международ. науч. конф., Витебск, 16–17 декабря 2009 г. / Вит. гос. ун-т; редкол.: А.М. Дорофеев (отв. ред.), В.Я. Кузьменко, Л.М. Мерзвинский, И.М. Морозова. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2009. – С. 72–74.
9. Становая, Ю.Л. Продукционно-деструкционные показатели и содержание хлорофилла «а» фитопланктона озера Пролобно (Республиканский ландшафтный заказник «Синьша») / Ю.Л. Становая // Наука – образованию, производству, экономике: материалы XV (62) Региональной науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, посвященной 100-летию со дня основания УО «ВГУ им. П.М. Машерова», Витебск, 3–5 марта 2010 г. / Вит. гос. ун-т; редкол.: А.П. Солодков (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2010. – С. 97–98.
10. Становая, Ю.Л. Видовая структура и количественные характеристики фитопланктона озера Дриссы / Ю.Л. Становая // Биологическая весна – 2010: сб. тез. конф. молодых ученых биологического факультета БГУ, 13–14 мая 2010 г. / редкол.: О.И. Губич, А.В. Лагодич, Т.О. Сухан, А.Л. Лагоненко. – Минск: БГУ, 2010. – С. 32–33.
11. Становая, Ю.Л. *Gonyostomum semen* (Ehr.) Dies. в системе озер республиканского ландшафтного заказника «Синьша» / Ю.Л. Становая // Сахаровские чтения 2010 года: экологические проблемы XXI века: материалы 10-й Междунар. науч. конф., 20–21 мая 2010 г., г. Минск, Республика Беларусь: в 2 ч. / под ред. С.П. Кундаса, С.Б. Мельнова, С.С. Поздняка. – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2010. – Ч. I. – С. 248–249.
12. SCOR-UNESCO Working group № 17. Determination of photosynthetic pigments in sea-water // Monographs on Oceanologic Methodology. – Paris: UNESCO, 1966. – P. 9–18.
13. Lorenzen, C.J. Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations / C.J. Lorenzen // *Limnol. Oceanogr.* – 1967. – Vol. 12. – P. 343–346.
14. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды; под ред. В.А. Абакумова. – Л.: Гидрометеоздат, 1983. – 239 с.
15. Блакітны скарб Беларусі: рэкі, азёры, вадасховішчы, турысцкі патэнцыял водных аб'ектаў / маст.: Ю.А. Тарэў, У.І. Цярэньцеў. – Мінск: БелЭн, 2007. – 480 с.
16. Власов, Б.П. Озера Беларуси: справочник / Б.П. Власов [и др.]. – Минск: БГУ, 2004. – 284 с.
17. Экологическая система Нарочанских озер / Белорусский ордена Трудового Красного Знамени государственный университет им. В.И. Ленина / под ред. Г.Г. Винберга. – Минск: Изд-во «Университетское», 1985. – С. 17–19.
18. Трифонова, И.С. Состав и продуктивность фитопланктона разнотипных озер Карельского перешейка / И.С. Трифонова. – Л.: Наука, 1979. – 168 с.
19. Ковалевская, Р.З. Фотосинтетическая активность фитопланктона озер Нарочь, Мястро, Баторино в период их олиготрофизации / Р.З. Ковалевская, Т.М. Михеева // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: материалы междунар. науч. конф., 20–25 сентября 1999 г., Минск–Нарочь / сост. и общ. ред. Т.М. Михеева. – Минск: БГУ, 2000. – С. 142–149.
20. Бульон, В.В. Первичная продукция планктона внутренних водоемов / В.В. Бульон. – Л.: Наука, 1983. – С. 20–23.

Поступила в редакцию 18.11.2010

Адрес для корреспонденции: г. Минск, ул. Академическая, 3-55, e-mail: ume06@yandex.ru – Ю.Л. Становая