

КОНЦЕНТРАЦИЯ ХЛОРОФИЛЛА “А” В РАЗНОТИПНЫХ ОЗЕРАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ В 2012–2015 гг.

И.А. Суторихин, В.И. Букатый, О.М. Фроленков, И.М. Фроленков

В работе приведены результаты измерений в зимний период 2012–2015 гг. концентрации хлорофилла “а” в трех разнотипных озерах Алтайского края: Лапа, Красиловское, Большое Островное на различных глубинах и с различными координатами точек. Концентрация хлорофилла “а”, измеренная в указанный период, изменялась в пределах от 0,2 до 16 мг/м³ в поверхностном слое этих озер. При изучении зависимости концентрации хлорофилла от глубины озер установлено, что максимальное её содержание имеет место в придонных слоях исследованных водоемов.

Ключевые слова: хлорофилл, озера, спектрофотометрический метод.

Исследования видового разнообразия, количественного состава, структуры и продуктивности фитопланктона водоёмов различных природных зон создают основу для оценки их трофического статуса и прогнозирования состояния водных экосистем под влиянием антропогенной нагрузки и других природных факторов [1].

Животные и растения, обитающие в озерах, в результате обмена веществ оказывают сильное влияние на физико-химические свойства воды и состояние водоема. Исследования трофности водоемов часто проводят с помощью анализа фитопланктона путем определения в нем хлорофилла “а”, являющегося основным пигментом зеленых растений. Это можно использовать для разработки методов по рациональному природопользованию и оценке состояния водных ресурсов.

Из всех пигментов, содержащихся в фотосинтетическом аппарате водорослей фитопланктона, хлорофиллу “а” отведена важнейшая роль в процессе фотосинтеза. Информация о концентрации хлорофилла “а” и её изменчивости в водном объекте служит критерием при оценке запасов биомассы фитопланктона, а также индикатором загрязнения вод.

Целью работы является измерение концентрации хлорофилла “а” спектрофотометрическим методом на различных глубинах разнотипных озер Алтайского края. Для определения содержания основного пигмента хлорофилла пробы воды объемом 1,5 л отбирались одновременно в различных точках озера из поверхностного слоя и по одной пробе на его различных глубинах. Концентрация хлорофилла “а” определялась спектрофотометрированием ацетоновых экстрактов клеток водорослей фитопланктона, осев-

ших на мембранных фильтрах “Владипор” типа МФАС-ОС-3 с диаметром 35 мм и размером пор 0,8 мкм. Для этой цели использовался спектрофотометр ПЭ-5400УФ. Концентрация хлорофилла вычислялась по формулам согласно ГОСТу 17.1.4.02-90 [3].

Данный метод от большинства стандартных гидробиологических методов исследования отличается более высокой точностью и меньшей трудоемкостью, что позволяет уменьшить время обработки пробы. Это предоставляет возможность проводить экспресс-анализ состояния водных экосистем, создавая большие массивы данных для проведения систематических исследований в течение многих лет. Незначительные пределы допускаемой погрешности определений, составляемых от 0,05 мг·м⁻³ до любых максимальных значений, встречающихся в природных водах, относительная дешевизна расходных материалов и неприхотливость к воздействию внешней среды дают возможность с помощью данного метода проводить исследования в полевых условиях.

Методика измерения концентрации хлорофилла “а” была апробирована в микрокосме, который представляет собой стеклянный сосуд объемом 160 дм³ и глубиной 40 см, в котором находятся клетки разнотипных водорослей фитопланктона и обитают рыбы. В нем поддерживается постоянная температура, равная 27 °С. Приток свежего воздуха осуществляется с помощью микрокомпрессора. Вышеуказанные условия способствуют нормальному функционированию миниэкосистемы.

Для апробации методики измерения в микрокосме были взяты три пробы воды на глубине 12 см объемом в 500 мл. Среднеарифметическое значение концентрации хлорофилла, полученное спектрофотометриче-

ским методом, составило $2,05 \text{ мг/м}^3$. Одновременно проводилось определение концентрации хлорофилла в пробе, которая была разбавлена наполовину дистиллированной водой. Для этого случая значение концентрации уменьшилось до значения $1,22 \text{ мг/м}^3$, т.е. почти в 2 раза (если принять ошибку, равную 15 %). Таким образом, можно полагать, что использование спектрофотометрического метода в соответствии с использованной методикой позволяет с высокой точностью определить содержание хлорофилла в водных объектах, даже с очень низкой её концентрацией.

Объекты исследования – озера Алтайского края: Лапа, Красиловское, Большое Островное, которые являются разными по происхождению, положению в ландшафте, морфологии, глубине и степени трофности. Красиловское озеро расположено на правом берегу р. Обь, в зоне сочленения так называемых боровых террас с четвертой террасой Верхней Оби. Максимальная глубина озера равна 11 м [4]. Его площадь составляет 20 км^2 , длина (с северо-запада на юго-восток) – 3,7 км, ширина – 2 км. Озеро питается как поверхностными, так и грунтовыми водами, бессточное. По биологическим свойствам относится к мезотрофному типу. Озеро Большое Островное имеет площадь зеркала $28,6 \text{ км}^2$, среднюю глубину – 1,8 м, наибольшую – 5,6 м. Площадь водосборного бассейна – 892 км^2 . По трофности является гиперэвтрофным. Озеро Лапа принадлежит к придаточной системе правобережной поймы реки Оби, расположено в окрестностях г. Барнаула, относится к эвтрофному типу, является непроточным и сообщается с рекой только в период весеннего половодья. Ширина поймы достигает 20–30 км, максимальная глубина озера составляет 9 м. Результаты измерений концентрации хлорофилла “а” в исследуемых озерах в зимний период 2012–2015 гг. на разных глубинах представлены на рисунках 1–3. Экспериментальные данные за 2012–2014 гг. взяты из работ [4, 5].

Необходимо отметить, что в большинстве случаев прослеживается общая тенденция – увеличение содержания хлорофилла с ростом глубины. Это может быть связано с увеличением количества взвеси, в том числе, фитопланктона с ростом глубины озера. Кроме того, во всех озерах имеет место значительное увеличение (в 1,5–2 раза и выше) концентрации основного пигмента в 2014–2015 гг. по сравнению с более ранним периодом (2012–2013 гг.), что свидетельствует о постепенном эвтрофировании изучаемых водоемов.

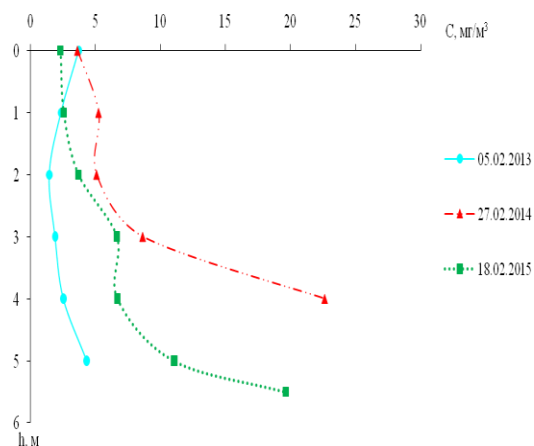


Рисунок 1 – Зависимость концентрации хлорофилла “а” от глубины в зимний период на оз. Красиловское

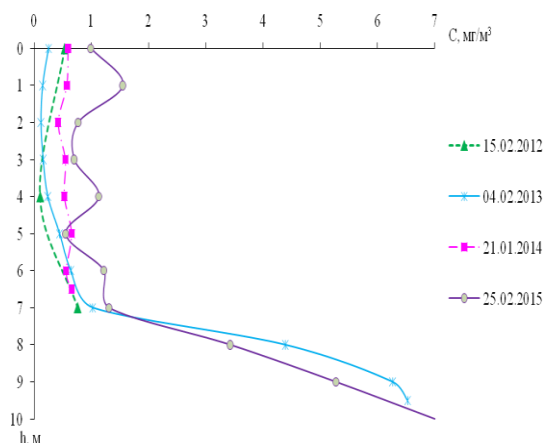


Рисунок 2 – Зависимость концентрации хлорофилла “а” от глубины в зимний период на оз. Лапа

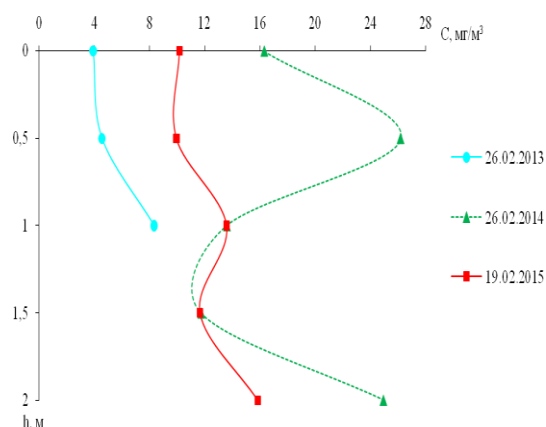


Рисунок 3 – Зависимость концентрации хлорофилла “а” от глубины в зимний период на оз. Большое Островное

В зимний период 2015 г. были также проведены эксперименты по изучению простран-

КОНЦЕНТРАЦИЯ ХЛОРОФИЛЛА “А” В РАЗНОТИПНЫХ ОЗЕРАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ В 2012–2015 гг.

ственного распределения концентрации хлорофилла в вышеуказанных озерах. Для примера на рисунке 4, показана взятая по космоснимку, предоставленному м.н.с. ИВЭП СО РАН А.В. Дьяченко, карта-схема оз. Красиловское с ука-

занием точек отбора проб воды. Пробы отбирались 18.02.2015 г. из поверхностного слоя (глубина 5 см), данные измерений концентрации хлорофилла “а” в этих точках отбора с указанием их координат приведены в таблице 1.

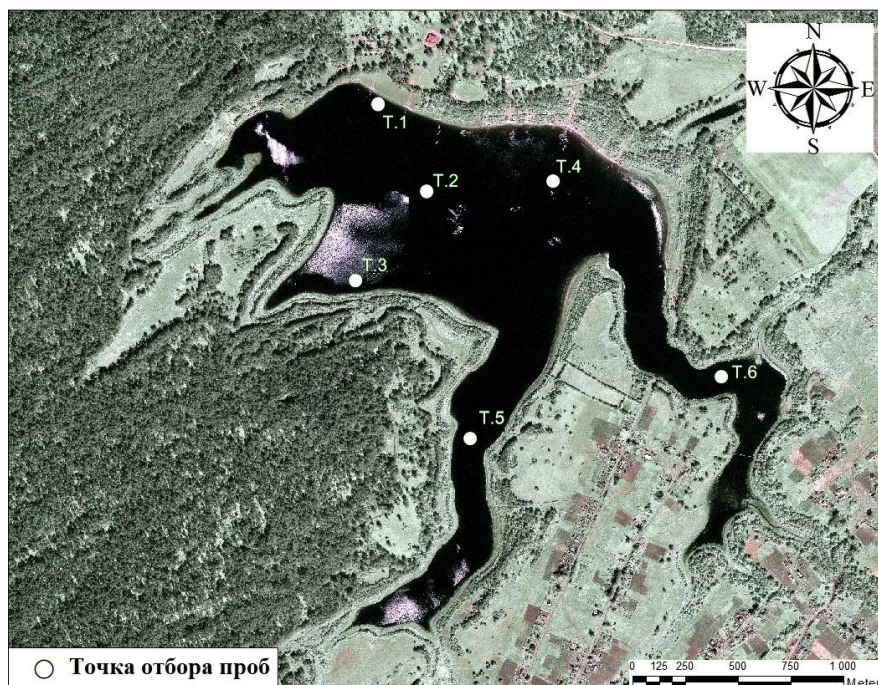


Рисунок 4 – Карта-схема отбора проб оз. Красиловское

Таблица 1 – Концентрация хлорофилла “а” в различных точках поверхностного слоя оз. Красиловское

Точка отбора	Координаты точек	Глубина в месте отбора проб, см	Концентрация хлорофилла “а”, мг/м³
T.1	53,1887° с.ш. 84, 3585° в.д.	95	3,36
T.2	53,1861° с.ш. 84, 3586° в.д.	545	2,93
T.3	53,1839° с.ш. 84, 3555° в.д.	190	2,96
T.4	53,1860° с.ш. 84, 3637° в.д.	390	4,24
T.5	53,1804° с.ш. 84, 3611° в.д.	135	1,68
T.6	53,1813° с.ш. 84, 3707° в.д.	155	3,05

Как видно из данных таблицы 1 распределение концентрации хлорофилла “а” в различных точках отбора характеризуется небольшим разбросом и незначительно отличается от её среднего значения (3,04 мг/м³) в поверхностном слое оз. Красиловское.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Китаев, С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов / С.П. Китаев. – Петрозаводск : Карельский научный центр РАН, 2007. – 395 с.
2. Роль пигментов в жизни растений. [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://biofile.ru/bio/19233.html>.
3. ГОСТ 17.1.4.02-90. Государственный контроль качества воды. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла “а”. – М. : Изд-во стандартов, 2003. – С. 587–600.
4. Суторихин, И. А. Сезонная динамика спектрального показателя ослабления света в озерах Алтайского края / И. А. Суторихин, В. И. Букатый, О. Б. Акулова // Известия Алтайского государственного университета. – 2013 – № 1 (77), Т. 2. – С. 184–188.
5. Суторихин, И. А. Сезонные изменения спектральной прозрачности и концентрации хлорофилла “а” в разнотипных озерах / И. А. Суторихин, В. И. Букатый, О. Б. Акулова // Оптика атмосферы и океана. – 2014 – № 9, Т. 27. – С. 801–806.

Суторихин И.А., д.ф.-м.н., проф., г.н.с.
ИВЭП СО РАН, sia@iwerp.

Букатый В.И., д.ф.-м.н., проф., г.н.с.
ИВЭП СО РАН, v.bukaty@mail.ru.

Фроленков О.М., инженер, ИВЭП СО РАН.
Фроленков И.М., инженер, ИВЭП СО РАН,
frolencov@mail.ru.