

УДК 574.586.

РАЗВИТИЕ ФИТОПЕРИФИТОНА МИНЕРАЛИЗОВАННОГО ОЗЕРА ШИРА (ХАКАСИЯ) В УСЛОВИЯХ ОПРЕСНЕНИЯ

Толстоноженко Н.А.

Научный руководитель – д. б. н., проф. Гаевский Н.А.

Сибирский федеральный университет

Практическое значение изучения перифитона заключается в возможности использования его как специфического индикатора загрязнений водоемов. Характер распределения фитоперифитона вдоль береговой линии озера Шира определяют такие факторы, как свойства субстрата, лимнологические условия, физико-химические показатели, степень антропогенной нагрузки.

В ходе работы были исследованы сообщества перифитона озера Шира, взятые вдоль береговой линии к востоку и западу от устья пресного ручья вытекающего из пруда Карасевого и впадающего в озеро Шира. Этот участок озера можно рассматривать в качестве модельного для прогнозирования возможных изменений экосистемы, вызванных снижением минерализации озера Шира. Солёность воды озера Шира составляет около 18 г/л, в зоне влияния воды ручья этот показатель составляет до 8 г/л. Кроме этого, расположение пруда, из которого вытекает ручей, вблизи поселка Жемчужный, допускает возможность антропогенного загрязнения пруда и, как следствие, поступление вредных веществ в озеро.

Цель работы: оценить влияние пресной воды ручья на развитие фитоперифитона солоноватоводного озера Шира.

Исследования проводили на научном стационаре «Озеро Шира» Института биофизики СО РАН в 2008-2010 гг.

Каменистый субстрат, на котором локализовался фитоперифитон, отбирали на глубине 30 см с 11-и точек береговой линии, протяженностью 200 м, при этом проводили по 3 биологических повторности каждого варианта. Средний коэффициент вариации по всем измерениям составил $31,7 \pm 2,1\%$.

Для определения концентрации хлорофилла перифитона использовали флуоресцентный и спектрофотометрический методы. Продукционные показатели клеток водорослей в их нативном состоянии определяли на основе регистрации светоиндуцированной флуоресценции хлорофилла и световой кривой фотосинтеза с помощью приборов Junior-PAM, Imaging-PAM M-Series, Phyto-PAM.

Результаты измерения нулевого уровня флуоресценции с нижней и верхней поверхностей камня показали, что фитоперифитон озера Шира заселяет обе поверхности без видимого предпочтения одной из них. Эти особенности развития фитоперифитона озера Шира в зоне впадения ручья могут быть связаны с тем, что он заселяет слоистый, относящийся к песчаникам каменистый субстрат, который может изменять свою ориентацию по отношению к поверхности под действием волн, а также перемещаться в горизонтальной плоскости, занимая положение на различной глубине. Кроме механического воздействия на поверхностную концентрацию клеток фитоперифитона могут оказывать влияние обитающие в озере Шира высшие раки *Gammarus lacustris*.

Относительно высокие сигналы флуоресценции и, соответственно, концентрации хлорофилла принадлежат фитоперифитону, обитающему на расстоянии до 60 м от устья ручья в западном и восточном направлениях.

Выявлено что характер изменения концентрации хлорофилла фитоперифитона вдоль береговой линии озера Шира в зоне влияния воды ручья имеет вид нормального распределения (рис.1).

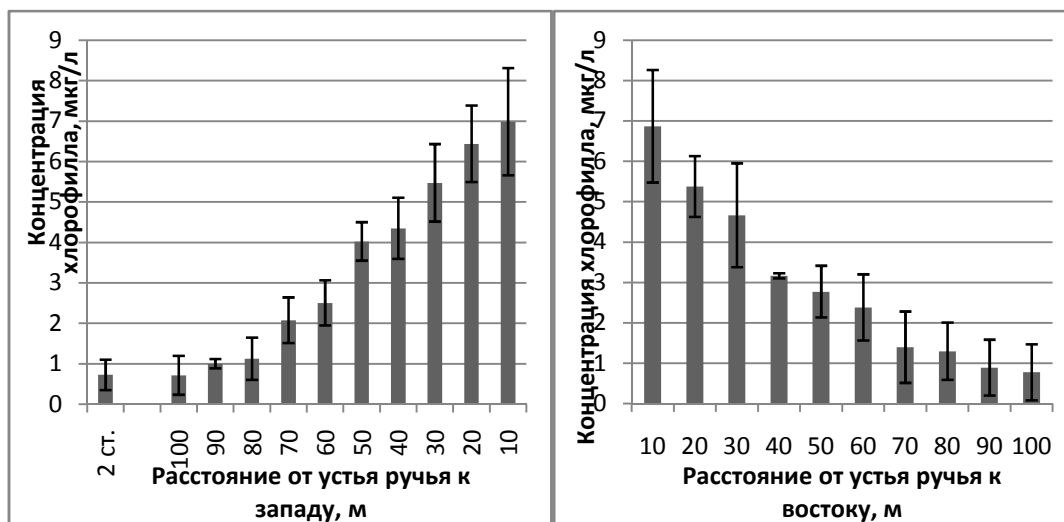


Рис. 1. Изменение концентрации хлорофилла перифитона в западном и восточном направлениях в июле 2008 года.

В июне 2008 года воды ручья содержали $0,49 \pm 0,09$ мкг/л хлорофилла *a*, в озерной воде (на станции № 2) – $0,17 \pm 0,01$ мкг/л. Наблюдали плавное снижение общей концентрации хлорофилла *a* фитоперифитона с $6,86 \pm 0,9$ мкг/л в устье ручья до $0,71 \pm 0,18$ мкг/л через 100 м к западу и до $0,77 \pm 0,21$ мкг/л к востоку.

В июле 2008 года воды ручья содержали $0,50 \pm 0,12$ мкг/л хлорофилла *a*, на станции № 2 – $0,24 \pm 0,09$ мкг/л. Распределение хлорофилла от устья ручья по береговой линии остаются прежними. Через 100 м к западу и к востоку также наблюдали уменьшение концентрации хлорофилла с $7,08 \pm 0,92$ мкг/л до $0,81 \pm 0,11$ мкг/л и до $0,5 \pm 0,2$ мкг/л соответственно.

В июле 2009 года через 100 м к западу и к востоку наблюдали уменьшение концентрации хлорофилла с $8,6 \pm 0,26$ мкг/л до $2,3 \pm 0,4$ и $2,0 \pm 0,52$ мкг/л соответственно. В июне 2010 года зоне влияния пресной воды ручья происходит снижение общей концентрации хлорофилла *a* фитоперифитона с $10,6 \pm 0,97$ мкг/л в устье ручья до $0,91 \pm 0,23$ мкг/л в западном и $1,2 \pm 0,09$ мкг/л в восточном направлении. В июле 2010 года концентрация хлорофилла *a* фитоперифитона в устье ручья составляла $12,8 \pm 1,7$ мкг/л, через 100 м к западу составляла $1,5 \pm 0,03$ мкг/л, к востоку – $1,7 \pm 0,55$ мкг/л.

Концентрации хлорофилла перифитона вдоль берега в западном и восточном направлениях от устья ручья сравнивали с этим показателем на станции мониторинга №2, т.к. она расположена наиболее близко к месту исследований (150 м от места впадения ручья). Вблизи устья ручья общая концентрация хлорофилла фитоперифитона в 7-10 раз выше, чем на станциях мониторинга озера Шира. Наибольшее содержание хлорофилла отмечали на протяжении 50-70-и метров от устья ручья. При дальнейшем удалении от устья ручья наблюдали достоверное снижение концентрации хлорофилла перифитона.

Одной из предполагаемых причин увеличения концентрации хлорофилла фитоперифитона в эстуарии ручья является высокое содержание биогенных элементов в воде ручья из-за возможного антропогенного загрязнения пруда Карасёвого. Для проверки предположения измерили общую концентрацию фосфатов фотометрическим методом в воде ручья и при отдалении от устья на 60 метров (июль, 2010 г). Фосфор относится к числу биогенных элементов, имеющих особое значение для развития жизни в водных объектах. Избыток фосфатов в воде приводит к негативным последствиям, вызывая процессы эвтрофирования водного объекта и ухудшение качества воды (предельно допустимая концентрация фосфатов для мезотрофных водоёмов составляет 0,15 мг/л). Выяснилось, что наибольшая концентрация фосфора – 0,053 мг/л – наблюдается на расстоянии 10 метров от устья ручья к западу. На расстоянии 60 м к западу концентрация снижается до 0,039, а на расстоянии 60 м к востоку – до 0,020 мг/л.

Для оценки таксономической структуры фитоперифитона использовали численность и сырую биомассу клеток структурообразующих видов, а также концентрацию хлорофилла «а» у зеленых, диатомовых водорослей и цианобактерий. Микроскопический анализ (микроскоп Axiostar, Karl Zeis, увеличение $\times 400$) видового состава фитоперифитона проводили в камере Горяева.

Альгоценоз обрастаний вблизи устья ручья в июне 2008 года по сырой биомассе на 56 % представлен водорослями отдела *Chlorophyta*, на 37% - водорослями отдела *Bacillariophyta* и на 7 % - цианобактериями. Структура альгоценозов перифитона в июне 2008 года, как в западном, так и в восточном направлениях от устья ручья в целом имела сходный характер. Наблюдали незначительное увеличение доли диатомовых и уменьшение доли зеленых водорослей в фитоперифитоне при отдалении от устья ручья.

В июле 2008 года преобладающими в сообществах перифитона к востоку от ручья становятся зеленые водоросли. В процентном соотношении количество пигментов сине-зеленых водорослей в альгоценозах в этом направлении к концу июля возросло в 1,75 раза, концентрация пигментов диатомовых водорослей уменьшилась в 2 раза, в то время как концентрация пигментов зеленых водорослей увеличилась в 1,8 раза. В западном направлении наблюдали доминирование диатомовых водорослей. Произошло достоверное увеличение хлорофилла диатомовых водорослей в 1,5 раза, при этом доля хлорофилла зеленых водорослей уменьшилась в 1,45 раза.

В июле 2009 года эти соотношения составляли на западе 53% хлорофилла диатомовых и 42% хлорофилла зеленых водорослей, на востоке доля зелёных водорослей составляла 58%, доля диатомовых – 38% (в. *Achnanthes sp.*, в. *Gomphonema sp.*), доля сине-зелёных – 4% (в. *Lyngbia sp.*, в. *Phormidium sp.*).

Обнаружена сезонная сукцессия фитоперифитона: в конце июля зелено-диатомовый комплекс сменяется на диатомово-зеленый в западном направлении, в восточном направлении доминируют зеленые и резко сокращается концентрация диатомовых водорослей.

Таким образом, обнаружен пространственный градиент концентрации хлорофилла фитоперифитона в зоне влияния пресной воды ручья, который может быть связан с опреснением озёрной воды и выносом биогенов.