

вень их содержания со временем только возрастает. Попав в водную экосистему поливалентные катионы непрерывно перемещаются по ее компартментам, одним из которых является биомасса микро- и макроводорослей. Далее, по трофическим цепям, доходят до человека.

Оценка параметров перехода катионов-загрязнителей на границе вода–водоросли является важной задачей, решение которой может быть получено только на основе знания конкретных механизмов поступления и накопления поливалентных катионов клеткой. В работе предпринята попытка выявить эти механизмы и на этой основе построить и верифицировать количественную модель, позволяющую описать основные особенности поступления и накопления катионов в клетке водоросли.

В качестве объекта использовали одиночные клетки харовой водоросли *Nitella flexilis*. Установлено, что на плазматической мембране этих клеток функционируют все основные системы транспорта ионов, присущие растениям. Это Н-АТФазная помпа и катионные каналы, избирательно и неизбирательно пропускающие разные катионы. Показано, что эти системы пространственно разделены на плазмалемме и в силу дискретности молекулярных структур, их образующих, внутримембранное электрическое поле может быть неодинаковым для разных участков плазмалеммы: от -220 мВ (Н-помпа), -150 мВ (калиевые каналы) до -40 – -70 мВ (неспецифические катионные каналы).

Таким образом, стационарное распределение того или иного иона между клеткой и средой определяется разностью потенциалов той транспортной системы, проницаемость которой для данного иона превалирует, что подтверждено экспериментально на примерах одновалентных катионов калия, натрия, цезия и двухвалентного стронция. Показано, в частности, что стационарные значения коэффициентов накопления одновалентных калия, натрия и цезия различаются в соответствии с относительной долей проницаемости к ним калиевых и неселективных катионных каналов. Для двухвалентного стронция, а тем более для трехвалентного иттрия величина этого параметра значительно выше.

Отмечено, что по мере возрастания валентности катиона существенно увеличивается его доля, накапливаемая в клеточной стенке водоросли, которая является частью апопластического пространства.

Предложена количественная модель, основанная на изложенных представлениях. Показано, что она адекватно описывает стационарное распределение одновалентных натрия и цезия, и двухвалентного стронция между симпластическим пространством и средой.

## **МНОГОЛЕТНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И ПРОДУКТИВНОСТИ ПЕРИФИТОНА ОЗЕРА КРАСНОГО**

**Е.В. Станиславская**

## **LONG-TERM INVESTIGATIONS OF STRUCTURE AND PRODUCTIVITY OF THE PERIPHYTON OF THE LAKE KRASNOE**

**E.V. Stanislavskaya**

*Институт озераедения РАН, г. Санкт-Петербург, Россия, stanlen@mail.ru*

Многолетние мониторинговые исследования сообщества перифитона проводились с начала 70-х гг. прошлого столетия и продолжаются по настоящее время. Столь длительный период наблюдений позволяет оценить темпы и направление изменений, происходящих с сообществом в различные периоды климатических флюктуаций. Основной целью данной работы было проследить изменения в таксономическом составе водорослей пери-

фитона, составе доминирующих видов и продукционных характеристик этого сообщества. На протяжении всего периода исследований изучали, в основном, перифитон с тростников (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) и использовали одну методику его сбора и обработки (Басова, 1976; Станиславская, 2008).

Несмотря на то, что на протяжении всей истории изучения озера в своем развитии проходило несколько фаз, которые отличались по водности, термическому, гидрологическому и гидрохимическому режимам, таксономический состав водорослей перифитона мало менялся. В 70-х гг. в перифитоне было выявлено 296 видов, разновидностей и форм водорослей (Басова, 1976). В настоящее время в составе этого сообщества определено 315 видов, разновидностей и форм водорослей из 7 отделов. Достаточно постоянным был также и состав массовых видов перифитона, включающий около 30 видов водорослей из диатомовых, зеленых и синезеленых водорослей. Количественное развитие этих водорослей отличалось по сезонам и годам, что и определяло доминирующие комплексы перифитона в разные годы. Однако основными структурообразующими видами перифитона на протяжении 40 лет были *Ulnaria ulna* (Nitzsch.) Lange-Bert. (с разновидностями), *Melosira varians* Ag., *Fragilaria capucina* var. *rumpens* Kütz., *Cymbella cistula* (Hemp.) Grun., *C. lanceolata* (Ehr.) Kirchn., *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Bréb., *G. acuminatum* Ehr., *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz., *T. flocculosa* (Roth.) Kütz.

Различия в структуре и динамике биомассы определялись межгодовой изменчивостью погодных условий и гидрологических факторов. В период маловодной фазы водности, к которой относятся исследуемые 70-е и начало 2000-х гг. в перифитоне наблюдалось увеличение роли синезеленых водорослей на фоне развития диатомовых и зеленых водорослей. Напротив, в более многоводные и относительно более теплые 80–90-е гг. и последние годы настоящего времени отмечалось более значительное развитие зеленых водорослей, а синезеленые в перифитоне практически не развивались. Наиболее высокие величины биомассы перифитона отмечены в маловодные годы, когда среднегодовая биомасса колебалась от 5 до 8 г/м<sup>2</sup> субстрата, тогда как в многоводные периоды уровень биомассы ниже и изменялся от 2,5 до 4,5 г/м<sup>2</sup> субстрата. Уровень содержания хлорофилла «а» соответствовал уровню биомассы перифитона, а его динамика повторяла ход изменений биомассы. Годовая первичная продукция перифитона на протяжении всего периода исследований менялась мало, не превышая 0,5 % от общей первичной продукции (Станиславская, 2008). В целом, состав и продуктивность водорослей перифитона, несмотря на сезонные особенности разных лет и межгодовые изменения, достаточно стабильны и соответствуют уровню озер мезотрофного типа.