

Исследование воздействия тяжелых металлов как антропогенного фактора, влияющего на фотосинтез лишайников в экологическом мониторинге

Научный руководитель – Антал Тарас Корнелиевич

Слепнёва Валерия Олеговна

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет, Кафедра биофизики, Москва, Россия

E-mail: lera.ru-93@mail.ru

Фотосинтетический аппарат растений является чувствительным сенсором токсического воздействия, состояние которого отражает состояние всего организма. Подобная восприимчивость позволяет использовать фототрофные организмы для оценки экологического состояния биоценозов высокочувствительными оптическими методами, основанными на измерении флуоресценции хлорофилла. Например, лишайники, содержащие циано- или фикобионт, представляют собой достаточно распространенный и удобный объект для исследования в качестве биоиндикатора. Известно, что наиболее распространенные промышленные загрязнители, содержащие кадмий, оказывают выраженное негативное действие на фотосинтез, т.к. кадмий ингибирует цикл Кальвина и фотосинтетический электронный транспорт, изменяет пигментный состав и структуру тилакоидной мембраны (Хуе et al., 2014).

Наличие фотобионта в талломе лишайника позволяет определять его состояние путем изучения индукционных кривых флуоресценции ОJIP, фазы которых (OJ, JI и IP) характеризуют различные этапы восстановления ЭТЦ (Strasser et al., 2010; Antal, Rubin, 2008; Goltsev et al., 2012). Таким образом, влияние токсикантов (сульфата кадмия (CdSO_4)) на функционирование фотосинтетического аппарата водорослей в составе лишайников можно изучать, измеряя индукционные кривые ОJIP у наиболее распространенных видов лишайников.

В качестве объектов исследования были выбраны распространенные в средней полосе РФ лишайники *Parmelia sulcata* Taylor и *Xanthoria parietina* (L.). Были разработаны методы культивирования лишайников в лабораторных условиях, измерения флуоресценции хлорофилла и обработки токсикантами. Анализ ОJIP кривых, измеренных на *P. sulcata* и *X. parietina*, показал различия в функционировании фотосинтетического аппарата фитобионтов. Так, пул хинов и ФС1 у *P. sulcata* находится в более окисленном состоянии по сравнению с *X. parietina*. При этом скорость восстановления Qa, количество активных центров ФС2 и эффективность фотохимического преобразования энергии в реакционных центрах ФС2 почти не различались у этих лишайников.

Изучение действия кадмия на фотосинтез лишайников показало, что малые концентрации токсиканта ($20 \mu\text{M}$) влияют на фикобионт *P. sulcata* уже через час после опрыскивания. Мы наблюдали значительное снижение (на 22 %) переменной флуоресценции (OP), хотя форма индукционной кривой изменялась мало. Параметр F_v/F_m отражающий эффективность фотохимического преобразования энергии в реакционных центрах ФС2 также не изменялся. Снижение выхода флуоресценции при обработке кадмием указывает на гибель части фикобионта. Серьезные изменения в работе фотосинтетического аппарата наблюдались через 10 дней инкубации с кадмием, в том числе, увеличивался уровень восстановленности пула хинов. Эти изменения могут быть вызваны индукцией хлордыхания и/или снижением скорости фиксации CO_2 .