

Отзыв на автореферат диссертации Цзя Шуньчао

На тему: «**Механизмы действия ионов серебра и меди на функциональное состояние клеток фотосинтезирующих микроорганизмов**», представленной на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальностям 1.5.2 — Биофизика и 1.5.15 — Экология

Автореферат диссертационной работы Цзя Шуньчао представляет собой научно обоснованный и методически продуманный документ, который раскрывает актуальность, цели, задачи и результаты исследования токсического воздействия ионов серебра и меди на модельные фотосинтезирующие микроорганизмы — микроводоросль *Scenedesmus quadricauda* и цианобактерию *Synechocystis sp. PCC6803*. Работа выполнена на кафедре биофизики биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова под руководством академика А.Б. Рубина, что уже говорит о высоком научном уровне проводимых исследований.

Актуальность темы. Исследование выбранной темы является своевременным и актуальным. В условиях роста антропогенного воздействия на водные экосистемы, особенно в виде загрязнения тяжёлыми металлами, вопросы оценки чувствительности и адаптационных механизмов водных фотосинтезирующих организмов приобретают всё большее значение. Особенно важно понимание первичных механизмов действия токсикантов на фотосинтетический аппарат, так как именно эти процессы определяют устойчивость организма к стрессовым факторам и его жизнеспособность в целом.

Автор правильно указывает, что ионы меди и серебра, несмотря на их разную биологическую роль (Cu^{2+} — микроэлемент, Ag^+ — нет), обладают выраженной токсичностью даже в микромолярных концентрациях. Это делает их важными объектами для изучения в контексте экотоксикологии и биомониторинга.

Научная новизна. Особую ценность представляют данные о применении комплексного подхода к анализу состояния фотосинтетического аппарата: использование ОЛР-кривых, флуориметрии одиночных клеток, спектроскопии комбинационного рассеяния и анализа затухания флуоресценции в пикосекундном диапазоне. Такой мультидисциплинарный подход позволяет получить детальное представление о ранних стадиях токсического воздействия, недоступное при использовании только популяционных методов. Новизна также заключается в сравнительном анализе реакций разных таксонов на действие металлов, что имеет важное значение для разработки тест-систем и биосенсоров. Особое внимание уделено гетерогенности ответа клеток в популяции, что открывает новые горизонты для понимания механизма адаптации и выживания в условиях стресса.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость работы заключается в углублённом понимании фотохимических механизмов повреждения ФСII под действием тяжёлых металлов, роли условий освещения в проявлении токсичности, а также в интерпретации изменений параметров флуоресценции как маркеров стрессового состояния. Автор показывает, как изменения в соотношении хлорофилла и каротиноидов могут быть связаны с начальными этапами повреждения светособирающего комплекса.

Практическая значимость очевидна: полученные данные могут быть использованы в системах экологического мониторинга, в частности, для создания экспресс-методов биотестирования с использованием флуоресцентных маркеров. Это особенно важно для

оперативной диагностики загрязнения водных сред тяжёлыми металлами, где традиционные методы слишком медленны и трудоёмки.

Методология и техническая реализация. В работе использованы современные и достоверные методы исследования: Флуоресцентная микроскопия и анализ ОЛР-кривых — позволили оценить влияние металлов на различные этапы электронного транспорта. Микрофлуориметрия одиночных клеток — обеспечила возможность выявления гетерогенности реакции популяции, что невозможно при исследовании суспензий. Электронная микроскопия — помогла визуализировать морфологические изменения клеточных стенок под действием ионов металлов. Спектроскопия комбинационного рассеяния — использована для анализа изменений пигментного состава клеток. Все методы корректно обоснованы и соответствуют поставленным задачам. Объём и глубина проведённых исследований позволяют говорить о высоком уровне научной проработки темы.

Результаты и выводы. Поставленная цель настоящего исследования — определение характера изменения состояния фотосинтетического аппарата под действием ионов Cu^{2+} и Ag^+ — достигнута. В автореферате представлены убедительные данные о том, что: Ионы металлов оказывают дозозависимое ингибирующее действие на рост и фотосинтетическую активность клеток. Серебро более токсично, чем медь, особенно при наибольших, исследованных концентрациях. Наблюдается существенная гетерогенность реакции клеток в популяции, которая может быть выявлена только при исследовании одиночных клеток. Морфологические изменения клеточной стенки под действием Ag^+ указывают на окислительный стресс и повреждение структурных компонентов. Выводы логичны, основаны на полученных данных и сформулированы чётко. Они соответствуют заявленной цели и задачам исследования.

Автореферат выполнен на высоком научном уровне. Он содержит полное описание целей, задач, методов и основных результатов исследования. Изложение логично, структурировано и соответствует требованиям, предъявляемым к данному типу документов. Работа демонстрирует глубокое знание предмета, владение современными методами исследования и умение формулировать научно обоснованные выводы.

Диссертационная работа безусловно заслуживает положительной оценки, а ее автор, Цзя Шуньчао, присуждения учёной степени кандидата биологических наук по специальностям 1.5.2 — Биофизика и 1.5.15 — Экология.

Доктор биологических наук, профессор РАН
главный научный сотрудник ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции
им. А.Н. Северцова РАН

Гонгальский Константин Брониславович

Даю согласие на обработку персональных данных
119071, Москва, Ленинский пр-т, 33, www.sev-in.ru
тел.: +7(495)9547283, e-mail: gongalsky@sev-in.ru

