

Заключение диссертационного совета МГУ.015.5
по диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук
Решение диссертационного совета от «19» июня 2025 г. № 9

О присуждении Цзя Шуньчао, гражданину КНР, ученой степени кандидата биологических наук.

Диссертация «Механизмы действия ионов серебра и меди на функциональное состояние клеток фотосинтезирующих микроорганизмов» по специальностям 1.5.2. Биофизика и 1.5.15. Экология принята к защите диссертационным советом 17.04.2025 г., протокол № 7.

Соискатель – Цзя Шуньчао, 1989 года рождения, в 2024 г. окончил совместную аспирантуру биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова и Университета МГУ-ППИ в г. Шэньчжэнь по направлению «06.06.01. Биологические науки».

В настоящее время соискатель работает в должности менеджера по лабораториям на биологическом факультете университета МГУ-ППИ в г. Шэньчжэнь.

Диссертация выполнена на кафедре биофизики биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель – заведующий кафедрой биофизики биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, доктор биологических наук, профессор, академик РАН Рубин Андрей Борисович.

Официальные оппоненты:

Терехова Вера Александровна, доктор биологических наук, профессор, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, кафедра земельных ресурсов и оценки почв, профессор,

Кратасюк Валентина Александровна, доктор биологических наук, профессор, Сибирский федеральный университет, Институт фундаментальной биологии и биотехнологии, кафедра биофизики, заведующая кафедрой,

Олькова Анна Сергеевна, доктор биологических наук, доцент, Вятский государственный университет, кафедра экологии и природопользования, профессор

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывался их высоким уровнем компетентности в области экологии и биофизики и наличием публикаций по тематике диссертационной работы в ведущих российских и международных журналах.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 6 работ, из них 3 статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.5.2. Биофизика и 1.5.15. Экология, в которых излагаются основные научные результаты диссертации на соискание учёной степени (в скобках приведен импакт-фактор журнала с указанием системы индексирования – JIF либо SJR; объём публикации в печатных листах/вклад автора в печатных листах):

1. Pirutin S.K., **Jia S.**, Yusipovich A.I., Shank M.A., Parshina E.Y., Rubin A.B. Vibrational spectroscopy as a tool for bioanalytical and biomonitoring studies // International Journal of Molecular Sciences. – 2023. – Vol.24, No.8. – P.6947. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms24086947>. (JIF 4,9; 4,04/0,81 п.л.).

2. Pirutin S., Chaikovskii D., Shank M., Chivarzin M., **Jia S.**, Yusipovich A., Suvorov O., Zhao Y., Bezryadnov D., Rubin A. Investigation of cell damage induced by silver nanoparticles in a model cell system // Pharmaceutics. – 2025. – Vol.17, No.4. – P. 398. DOI: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics17040398>. (JIF 4.9; 3,35/0,37 п.л.).

3. Пирутин С.К., Шанк М.А., **Цзя Ш.**, Конюхов И.В., Тодоренко Д.А., Червицов Р.Н., Фурсова П.В., Кабашникова Л.Ф., Плюснина Т.Ю., Хрущев С.С., Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. Комплексный анализ воздействия ионов меди на первичные процессы фотосинтеза *Scenedesmus quadricauda* по результатам измерений флуоресценции хлорофилла *a* в суспензии и на одиночных клетках // Компьютерные исследования и моделирование. – 2025. – Т. 17, №2. – С.293-322. DOI: <https://doi.org/10.20537/2076-7633-2025-17-2-293-322>. (SJR 0,22; 3,35/0,33 п.л.).

На автореферат диссертации поступило 3 дополнительных отзыва, все положительные.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач, имеющих существенное значение для биофизики и экологии, а именно:

1. Показано, что ионы меди и серебра оказывают дозозависимое ингибирующее действие на рост и фотосинтетическую активность клеток микроводорослей. Серебро более токсично, чем медь.

2. Показано, что ионы меди и серебра в максимальных исследованных концентрациях вызывают деградацию пигментов микроводорослей. При этом каротиноиды проявляют большую устойчивость по сравнению с хлорофиллом указывая на их роль в адаптивных процессах к действию стрессоров.

3. С помощью анализа кривых индукции флуоресценции хлорофилла и ОЖР-параметрам установлено, что Cu^{2+} и Ag^+ вызывают значительное ингибирование электрон транспортной цепи микроводорослей, и выявлены различные механизмы при действии меди и серебра. Фотосинтетический аппарат цианобактерий проявляет большую устойчивость к металлам, по сравнению с микроводорослями.

4. Продemonстрировано, что при действии токсикантов и в контроле наблюдается существенная гетерогенность реакции клеток в популяции, которая может быть выявлена только при микрофлуориметрическом исследовании одиночных клеток. Измерения на микрофлуориметре оказались более чувствительны к действию токсикантов чем традиционные измерения в клеточных суспензиях.

5. Показано, что медь в отличие от серебра усиливает нефотохимическое тушение (NPQ), связанное с накоплением протонов внутри тилакоидов из-за замедленного их выхода через АТФ-синтазу, что указывает на активацию защитного механизма в ответ на стрессорное действие меди.

6. Обнаружено, что ионы меди вызывают тушение возбуждённых состояний хлорофилла по статическому механизму, а серебра по статическому и динамическому, что указывает на различие механизмов токсического действия металлов.

Диссертация представляет собой самостоятельное завершённое исследование, обладающее внутренним единством.

Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Использование биофизического подхода, основанного на комплексе спектральных методов, позволяет изучить механизмы влияния ионов меди и серебра на ранних стадиях их воздействия на фотосинтетический аппарат микроорганизмов.
2. Для всесторонней оценки потенциального токсического воздействия меди и серебра необходимо использовать микромолярный интервал их концентраций, начиная от естественного уровня до уровня, характерного для сильно загрязненных водных экосистем.
3. Гетерогенный характер чувствительности клеток микроводорослей к действию токсикантов на их фотосинтетический аппарат возможно выявить с помощью микрофлуориметрического анализа одиночных клеток, принадлежащих либо одной, либо различным таксономическим группам.
4. Отдельные таксономические группы водных фотосинтезирующих микроорганизмов, обладающие различной чувствительностью к действию токсикантов, дают соответствующий вклад в общее состояние экологической водной системы в различных условиях.

На заседании 19 июня 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Цзя Шуньчао ученую степень кандидата биологических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человек, из них 9 докторов наук по специальности 1.5.2. «Биофизика» и 3 доктора наук по специальности 1.5.15. «Экология», участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 21, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Заместитель председателя диссертационного совета
д.б.н., проф.,

Максимов Георгий Владимирович

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.ф.-м.н.

Фурсова Полина Викторовна

19.06.2025