

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертационную работу Протопопова Федора Федоровича
«Окислительно-восстановительные состояния фотосистемы 2 и 1
у водорослей под воздействием токсикантов», представленную к защите
на соискание ученой степени кандидата биологических наук
по специальностям 03.02.10 - «гидробиология», 03.01.02 - «биофизика»
(биологические науки)

Уровень техногенного воздействия, оказываемый на водные экосистемы, давно уже превысил допустимые пределы. Очевидно, что дальнейшее развитие наблюдающихся негативных тенденций неминуемо приведет к деградации водоемов и станет причиной серьезных социально-экономических последствий. В рамках экологической доктрины Российской Федерации в число важнейших проблем включена задача разработки и развития современных методов экологического мониторинга, что позволит подойти к определению пороговых значений влияния человека на экосистемы и установлению границ допустимых воздействий для предотвращения необратимых изменений окружающей среды.

Основной процесс, обеспечивающий функционирование водных экосистем, - фотосинтез. Фотосинтезирующие организмы являются первичным звеном трофической цепи водных объектов и очень чувствительны к воздействию загрязнений, поэтому играют значительную роль при проведении мониторинга водных экосистем. Однако исследование показателей фотосинтетической активности фитопланктона является сложной задачей и использование стандартных гидробиологических подходов не всегда может дать достаточную информацию о функциональном состоянии первичных продуцентов в условиях антропогенной нагрузки. Необходимы методы, обладающие высокой чувствительностью и позволяющие регистрировать изменения состояния фитопланктона непосредственно в среде обитания *in situ*. Именно такими характеристиками обладают флуоресцентные методы, которые уже находят широкое применение как в классической планктонологии, так и при проведении экологического мониторинга различных акваторий. Работа носит *актуальный* характер и является *своевременной*.

Научная новизна проведенных исследований не вызывают сомнения. Автор впервые подробно изучил воздействие ионов метилртути и фенола на световые характеристики фотосинтеза культур водорослей *Scenedesmus quadricauda* и *Chlamydomonas moewusii* с использованием одновременной регистрации трех сигналов (быстрой, замедленной флуоресценции и редокс состояния P700) при краткосрочных воздействиях токсикантов. Получены принципиально новые данные о последовательности токсического влияния изученных поллютантов на разные участки фотосинтетического аппарата. Исследованы фотосинтетические характеристики новых пигментных мутантов, перспективных для биотестирования. Впервые были изучены

фотосинтетические характеристики фитопланктона Москвы-реки на разных участках с различным уровнем загрязнения.

Практическая значимость работы заключается в определении особенностей воздействия ионов метилртути и фенола на фотосинтетические реакции водорослей. Результаты исследования могут быть использованы при проведении мониторинга водной среды и при разработке методов оперативного контроля.

Диссертационная работа изложена на 124 страницах и включает 29 рисунков и 6 таблиц. Список литературы содержит 157 источников, из которых 110 - на английском языке. *Структура диссертации* традиционна и состоит из введения, 3-х глав, заключения, выводов, списка литературы и приложений. Работа хорошо оформлена, текст содержит рисунки, графики и таблицы, иллюстрирующие выявленные изменения гидробиологических показателей и параметров флуоресценции. Представленный иллюстрационный материал полностью соответствует тексту диссертации.

Во введении автор достаточно подробно и основательно обосновывает актуальность работы, научную новизну и её практическую значимость. Соискатель подчеркивает перспективность метода регистрации индукционных и световых кривых флуоресценции хлорофилла для оценки эффективности основных стадий фотосинтетических реакций под воздействием токсикантов. Достаточно четко сформулированы цель и задачи работы. Ознакомление с материалами работы позволяет сделать вывод об успешном решении всех поставленных задач.

Первая глава представляет собой литературный обзор, в котором автор дает характеристику структурно-функциональной организации фотосинтетического аппарата растений, описывает природу возникновения быстрой и замедленной флуоресценции. Здесь же представлены основные методы регистрации флуоресценции хлорофилла. Обзор содержит анализ литературы о влиянии соединений ртути и соединений фенола на растительные клетки, об особенностях воздействия на рост клеток и реакции фотосинтеза.

Вторая глава посвящена описанию объектов исследования, методов культивирования материала, отбора природного фитопланктона, спектральных методов и способов регистрации флуоресценции на различных флуориметрах. Подробно описываются методы проведения экспериментов с токсикантами.

В *третьей главе* представлены результаты исследований. Проведено изучение воздействия токсикантов – ионов метилртути и фенола на световые реакции фотосинтеза культуры зеленых водорослей *Scenedesmus quadricauda* и *Chlamydomonas moewusii*. Анализ полученных данных позволил показать последовательность воздействия токсикантов на фотосинтетический аппарат водорослей. Исследование фотосинтетических характеристик пигментных мутантов *Chlamydomonas reinhardtii* выявило отличия от дикого типа. Автор совершенно справедливо считает, что эти мутанты могут быть успешно

использованы для биотестирования. Автор также исследовал природный фитопланктон реки Москвы на разных по степени антропогенной нагрузки участках и представил данные о сезонных изменениях состояния фотосинтетического аппарата водорослей.

В *заключении* автор подводит итоги результатов проведенных исследований. *Выводы* вытекают из полученных результатов и являются вполне обоснованными.

В диссертации не содержится каких-либо ошибочных или необоснованных положений и суждений, по которым могли бы быть высказаны принципиальные несогласия или пожелания к их пересмотру.

Диссертант выполнил сложные исследования, имеющие важное теоретическое и практическое значение. Непосредственно автором получены новые результаты, важные для познания общих закономерностей изменений, происходящих в работе фотосинтетического аппарата культуральных водорослей и природного фитопланктона при воздействии токсикантов.

Хотелось бы подчеркнуть, что Протопопов Ф.Ф. использовал весьма обширный методический арсенал для решения поставленных задач. Многие из примененных методов сложны, требуют кропотливой работы, и их успешная реализация является несомненной заслугой автора.

Вместе с тем, следует отметить и *некоторые недостатки* работы:

1. Известно, что многие природные воды характеризуются высоким содержанием растворенной органики. Однако присутствие гуминовых и фульвовых кислот повышает фоновое свечение. Автору следовало бы подробнее остановиться на этом вопросе и объяснить, как была решена данная проблема в ходе исследования.
2. В диссертационной работе автор предполагает, что "сезонное изменение устойчивости фитопланктона к воздействию ионов ртути может быть обусловлено изменением видового состава фитопланктона". Желательно было бы автору дать сведения о видовом составе фитопланктона на исследованных участках реки Москва. Возможно, предположение превратилось бы в научно обоснованное утверждение.
3. На наш взгляд, в рубрике «Основные положения, выносимые на защиту», пункт четвертый - лишний. В этот раздел следует помещать основные идеи автора, которые он собирается защищать в ходе научной дискуссии, а не результаты лабораторных или полевых исследований, которые, как таковые, «в защите» не нуждаются.
4. К сожалению, в тексте автореферата и диссертационной работы встречаются грамматические неточности, досадные опечатки и стилистические ошибки.

Однако указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Характеризуя работу в целом, можно утверждать, что она выполнена на высоком методическом уровне, а сами эксперименты хорошо спланированы. Актуальность темы, высокий уровень, большой объем

логически связанного экспериментального материала, научно-практическая ценность проведенного исследования делают диссертационную работу своевременной и полезной.

Диссертационное исследование Протопопова Федора Федоровича является законченной самостоятельной работой, квалифицируется как научный труд, обеспечивающий решение поставленной проблемы, имеющий важное теоретическое и практическое значение для экологии в целом.

Автореферат соответствует содержанию диссертации, которое в достаточной степени отражено также в опубликованных соискателем работах по теме исследования.

Таким образом, по своей актуальности, методическому уровню, достоверности и научно-практической значимости полученных результатов рецензируемая диссертационная работа соответствует требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности по специальностям 03.02.10 – «гидробиология», 03.01.02 – «биофизика» (по биологическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова. Диссертант Протопопов Федор Федорович заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 03.02.10 - «гидробиология», 03.01.02 - «биофизика».

Доктор биологических наук, профессор,
профессор кафедры безопасности жизнедеятельности
и прикладных технологий Института естествознания
и спортивных технологий ГАОУ ВО «Московский
городской педагогический университет»

Горюнова Светлана Васильевна

15.11.2018г.

Светлана

Контактные данные:

тел.: _____, e-mail: _____

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена докторская диссертация: 03.02.08 - экология,
05.26.02 - безопасность в чрезвычайных ситуациях (для биологических систем)

Адрес места работы: 129226 г. Москва, 2-й Сельскохозяйственный пр.,
д.4, корп. 1, Московский городской педагогический университет
тел.: 8(499)1814170; e-mail: info@mgpu.ru

*Подпись руки С.В. Горюновой подтверждаю.
главный специалист финансово-экономической дирекции*

