

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 900.009.01 НА
БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ЦЕНТРА «ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ ИМЕНИ А.О.
КОВАЛЕВСКОГО РАН»(ФИЦ ИНБЮМ) ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 20.04.2021 № 7

О присуждении Шоман Наталье Юрьевне, гражданке Российской Федерации,
ученой степени кандидата биологических наук.

Диссертация **«Совместное действие света, температуры и обеспеченности азотом на скорость роста и содержание хлорофилла *a* у морских диатомовых водорослей»** по специальности 03.02.10 - «гидробиология» принята к защите 2 февраля 2021 г., протокол N 5 диссертационным советом Д900.009.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», 299011, Российская Федерация, г. Севастополь, проспект Нахимова, д. 2, приказ о создании диссертационного совета № 714/нк от 21 июня 2016 года.

Соискатель, Шоман Наталья Юрьевна, 1988 года рождения, в 2010 году окончила Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности по специальности «Экология и охрана окружающей среды». В 2010-2013 году проходила обучение в очной аспирантуре по специальности «гидробиология» в ИнБЮМ. В настоящий момент работает в отделе экологической физиологии водорослей Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН» в должности младшего научного сотрудника.

Диссертация выполнена в отделе экологической физиологии водорослей Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН» (ФИЦ ИнБЮМ).

Научный руководитель – **Финенко Зосим Зосимович**, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела экологической физиологии водорослей ФИЦ ИнБЮМ.

Официальные оппоненты:

1. **Соловченко Алексей Евгеньевич** – доктор биологических наук, профессор кафедры биоинженерии биологического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва
2. **Лифанчук Анна Викторовна** – кандидат биологических наук, научный сотрудник Южного отделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Геленджик.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт биологии внутренних вод имени И.Д.Папанина РАН», п. Борок, Ярославская обл. в своем положительном заключении, подписанном главным научным сотрудником лаборатории альгологии, д.б.н. **Минеевой Натальей Михайловной** и ведущим научным сотрудником лаборатории альгологии, д.б.н. **Сигаревой Любовью Евгеньевной**, указала, что диссертационная работа Шоман Н.Ю. представляет собой завершённое исследование, имеющее важное теоретическое и практическое значение. Работа, выполнена на современном методическом уровне и отвечает требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.10 – гидробиология.

По теме диссертации ее автором опубликовано 14 работ, из них 5 статей опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ и ВАК Украины, 2 из них входят в базы SCOPUS и Web of Science, 9 работ - в сборниках материалов и тезисах международных конференций. Автореферат отражает содержание диссертации.

Научные работы соискателя посвящены изучению совместного влияния интенсивности света, температуры и степени обеспеченности клеток диатомовых микроводорослей азотом на скорость роста и содержание хлорофилла *a*. В диссертации представлены достоверные сведения об

опубликованных соискателем ученой степени работах. Автором опубликованы научные работы соответствующей тематики.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Шоман Н.Ю.** Действие света и температуры на удельную скорость роста диатомовых водорослей *Phaeodactylum tricornutum* и *Nitzschia sp.* № 3 / **Н.Ю. Шоман**, А.И. Акимов // Морской экологический журнал. – 2013. – Т. 12, № 1. – С. 85–91.
2. **Шоман Н.Ю.** Влияние фотоадаптации на удельную скорость роста и соотношение органического углерода к хлорофиллу *a* у диатомовой водоросли *Phaeodactylum tricornutum* / **Н.Ю. Шоман**, А.И. Акимов // Морской экологический журнал. – 2013. – Т. 12, № 4. – С. 97–103.
3. **Shoman N.Yu.** The combined influence of light intensity and temperature on organic carbon to chlorophyll *a* ratio in three species of marine *Bacillariophyta* / **N.Yu. Shoman**, A.I. Akimov // International Journal on Algae. – 2015. – Vol. 17, no. 1. – P. 82–93.
4. **Shoman N.Yu.** The dynamics of the intracellular contents of carbon, nitrogen, and chlorophyll *a* under conditions of batch growth of the diatom *Phaeodactylum tricornutum* (Bohlin, 1897) at different light intensities / **N.Yu. Shoman** // Russian Journal of Marine Biology. – 2015. – Vol. 41, № 5. – P. 356–362.
5. Соломонова Е.С. Исследование применимости относительной переменной флуоресценции хлорофилла и окрашивания диацетатом флуоресцеина для оценки и контроля состояния культуры водорослей на примере *Phaeodactylum tricornutum* / Е.С. Соломонова, А.И. Акимов, **Н.Ю. Шоман** // Ботанический журнал. – 2018. – Т. 103, № 9. – С. 1177–1191.

На диссертацию и автореферат поступили 8 отзывов – все положительные, в четырех имеются замечания.

Отзывы без замечаний подписали:

1. главный научный сотрудник лаборатории биологии водных беспозвоночных ФГБУН Лимнологического института СО РАН, доктор биологических наук **Бондаренко Нина Александровна**
2. старший научный сотрудник кафедры общей экологии и гидробиологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, кандидат биологических наук **Воробьева Ольга Владимировна**
3. главный научный сотрудник, руководитель Лаборатории экологии Южного отделения Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, доктор биологических наук **Силкин Владимир Арсентьевич**

4. старший научный сотрудник, руководитель лаборатории биогидрохимии Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, кандидат географических наук, **Полухин Александр Анатольевич**.

Отзывы с замечаниями:

1. В отзыве старшего научного сотрудника, научного руководителя лаборатории морской микробиоты Национального научного центра морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, кандидата биологических наук **Орловой Татьяны Юрьевны**, отмечается, что в работе соискатель широко использует научное название вида *Skeletonema costatum*. Известно, что видовая идентификация видов рода *Skeletonema* на световом уровне затруднена перекрыванием основных диагностических признаков, однако подавляющее большинство ссылок в мировой научной литературе относятся именно к *S. costatum*. По данным клоновых исследований, проведенных с помощью электронной микроскопии, молекулярно-генетических и биохимических анализов, было установлено, что к настоящему времени род насчитывает уже более 20 видов. Поэтому рекомендую для корректного обозначения исследуемого клона лучше использовать эпитет *S. costatum s.s.(sensu stricto)* (если видовая принадлежность клона Вами подтверждена), либо *S. costatum s.l.(sensu lato)* (как комплекс видов).

Также рекомендуется избегать использования термина «аддитивный характер» в описании наблюдаемых соискателем процессов, поскольку «свойства целого» выходят за рамки изучаемой альгологически чистой культуры микроводоросли и должны непременно учитывать свойства ее ассоциированного микробиома в качестве функциональной части/частей.

2. В отзыве главного научного сотрудника лаборатории экологии планктона Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, доктора биологических наук **Демидова Андрея Борисовича**, отмечается, что, судя по материалам, представленным в автореферате, разработанная модель отношения C/Xл не была верифицирована по экспедиционным данным. Сравнения результатов моделирования с литературными данными недостаточно для того, чтобы выяснить, с какой ошибкой работает модель, и оценить эффективность ее применения на практике. Также автору следовало бы уделить больше внимания освещению проблемы применения результатов и выводов работы для интерпретации данных полевых исследований пространственно-временной изменчивости фитопланктона.
3. В отзыве ведущего сотрудника Лаборатории структуры и динамики планктонных сообществ Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, доктора биологических наук **Микаэляна Александра Сергеевича**,

отмечается, что в описании экспериментов ничего не говорится о повторностях. Судя по приведенным рисункам, иногда они были, иногда нет. Об этом можно догадаться, судя по наличию вертикальных «разбросов» на графиках некоторых экспериментов. При этом, что это означает (стандартное отклонение или ошибка), читателю знать не дано.

В работе используется термин «адаптация», хотя уже давно в мире принято изменения в клетке на физиологическом уровне именовать акклимацией, а адаптация предполагает генетические изменения. В заключительной части работы автор приводит очень важную обобщающую зависимость клеточного содержания хлорофилла-а от освещенности и температуры. Здесь было бы уместно представить такую же зависимость для скорости роста. Однако ее нет, и автор никак не объясняет ее отсутствие.

4. В отзыве старшего научного сотрудника НИЛ Молекулярной и клеточной биофизики ФГ АОУ ВО Севастопольский государственный университет, кандидата физико-математических наук, **Евстигнеева Владислава Павловича** отмечается:

в пункте «Изменение содержания хлорофилла а в клетках *Phaeodactylum tricornutum* в условиях экстремально низкой освещенности» указано на повышение величины отношения С/Хл при низкой освещенности (менее $15 \text{ мкЭ} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$), однако этот вывод не подтверждается рис.3а (см.вставка), на котором изображено только постепенное снижение величины отношения с освещенностью в диапазоне более $15 \text{ мкЭ} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$);

в том же пункте, если существует такой участок существенной нелинейности до $15 \text{ мкЭ} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$, то какой смысл аппроксимировать участок $15\text{-}80 \text{ мкЭ} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ линейной зависимостью как это сделано во вставках на рис.3а, б, в? Кроме того, линейная модель для этого участка явно не адекватна данным, для чего достаточно рассмотреть экспериментальные данные для 5°C , 10°C и 25°C на рис. 3а (см. вставки), для 25°C на рис. 3б (см. вставки), для 5°C и 10°C на рис. 3в (см. вставки);

- в п. «Влияние температуры на С/Н и С/Хл соотношения в клетках водорослей при разной освещенности» не совсем корректно говорить об «угле наклона экспоненциальных кривых». Можно говорить об угле наклона прямой линии. Например, можно говорить об угле наклона касательной в какой-либо точке кривой.

- в этом же пункте автор ведет речь об аддитивности действия температуры и степени обеспеченности азотом на скорость роста и содержания хлорофилла в клетках водорослей. Почему автор не подкрепил качественные рассуждения объективным методом двухфакторного

дисперсионного анализа, в рамках которого при использовании соответствующих тестов можно установить аддитивность или мультипликативность действия факторов при заданном уровне значимости?

на рис. 4в представлена зависимость константы полунасыщения K_s от интенсивности света, аппроксимированная степенной зависимостью. Согласно авторскому уравнению на рис. 4в можно сделать вывод, что при интенсивности $I \rightarrow 0$, K_s также стремится к 0, что можно интерпретировать как отсутствие роста клеток при ненулевой исходной концентрации азота. В какой мере оправдано использование такой степенной зависимости, если автором выше на стр.14 было сказано, что при экстремально низких освещенностях (т.е. близких к отсутствию света) клетки продолжают делиться хоть и с низкой скоростью.

в тексте присутствуют неточности, например, на стр.11 при обсуждении смещения границы светового оптимума для *Skeletonema costatum*, указаны ее пределы (см. в тексте: (100-140) без единиц измерения).

Указанные недостатки не являются существенными, и не снижают ценности полученных в данной работе результатов, которая, несомненно, заслуживает положительной оценки.

В целом, в отзывах отмечается, что диссертационная работа Шоман Н.Ю. имеет важное значение для современной гидробиологии. Она посвящена исследованию адаптивного отклика морских диатомовых водорослей на изменение условий их существования с учетом комплексного действия основных абиотических факторов среды. Получены новые данные о закономерностях изменений скорости роста и содержания хлорофилла в клетках при различном сочетании интенсивности света, температуры и обеспеченности водорослей азотом. Оригинальность работы заключается в методологическом подходе, основанном на исследовании влияния основных абиотических факторов с учетом их взаимодействия, что позволило выявить ряд синергических и аддитивных эффектов данных стрессоров на исследуемые структурно-функциональные показатели микроводорослей. Выявлен ряд новых для науки эффектов. Разработана модель, позволяющая рассчитать величину внутриклеточного отношения С/Хл черноморского фитопланктона в зимне-весенний период по значениям интенсивности света и температуры. Отмечается, что диссертация выполнена с использованием современных методов экспериментальных исследований и статистического анализа. Выводы работы обоснованы. Что касается замечаний, высказанных в отзывах ведущей организации и оппонентов, то они в основном носят рекомендательный и дискуссионный характер и не могут повлиять на общее

положительное впечатление от проделанной работы. В целом, диссертационная работа выполнена на высоком профессиональном уровне и соответствует специальности 03.02.10 – гидробиология и профилю диссовета Д 900.009.01, а ее автор, Шоман Н.Ю., заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в вопросах, которым посвящена настоящая диссертационная работа.

Доктор биологических наук **Соловченко Алексей Евгеньевич** занимается изучением механизмов устойчивости фотоавтотрофных микроорганизмов к неблагоприятным условиям среды обитания, исследованием особенностей адаптации фотосинтетического аппарата микроводорослей к действию света высокой интенсивности. Исследует закономерности изменения содержания и состава пигментов у микроводорослей в зависимости от интенсивности солнечного излучения.

Область научных интересов кандидата биологических наук **Лифанчук Анны Викторовны** связана с изучением эколого-физиологических характеристик доминирующих видов фитопланктона Черного моря, а также выявлением роли абиотических факторов в регуляции структуры морских фитопланктонных сообществ.

Ведущая организация – **ФГБУН Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН**, является крупным научным центром по изучению экологии, биоразнообразия и биоресурсов водных организмов. Лаборатория альгологии занимается изучением структуры и функционирования планктонных и бентосных альгоценозов, экологии отдельных таксонов водорослей и альгоценозов, закономерностей продуцирования первичного органического вещества.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

показано, что в условиях светового ингибирования эффект совместного действия исследуемых факторов превышает сумму влияния каждого из них: снижение температуры и степени обеспеченности азотом усиливает ингибирующее действие света на изменение скорости роста и внутриклеточного отношения углерода к хлорофиллу С/Хл;

отмечено, что в условиях светового ингибирования снижение скорости роста изученных планктонных водорослей происходит на фоне светозависимого увеличения отношения углерода к хлорофиллу а в клетках;

показано, что совместное действие температуры и степени обеспеченности клеток азотом на изменение скорости роста и содержания хлорофилла у трех видов микроводорослей носит аддитивный характер;

доказано, что внутриклеточный запас азота у *Phaeodactylum tricorutum* обеспечивает почти двукратное увеличение биомассы водоросли по углероду после истощения запасов неорганических соединений этого элемента в среде;

отмечено, что количественные закономерности изменения отношения С/Хл, установленные для модельных видов диатомовых водорослей в различных световых и температурных условиях роста в культурах, применимы для оценки варибельности данного параметра у нативного черноморского фитопланктона в зимне-весенний период;

предложено уравнение, позволяющее оценивать отношение С/Хл черноморского фитопланктона в зимне-весенний период.

Теоретическая и практическая значимость исследования обоснована тем, что:

получены новые данные о закономерностях изменения скорости роста и содержания хлорофилла в клетках водорослей в различных вариантах сочетания интенсивности света, температуры и степени обеспеченности азотом в широком диапазоне изменения каждого из факторов. Впервые проведена оценка совместного влияния исследуемых факторов на изменение внутриклеточного отношения углерода к хлорофиллу при интенсивности света выше $500 \text{ мкЭ} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$. Впервые изучена динамика светового ингибирования скорости роста и фотоокисления хлорофилла в клетках 3-х видов водорослей при действии света высокой интенсивности ($430\text{-}1250 \text{ мкЭ} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$) и последующего адаптационного восстановления функциональной активности водорослей в этих условиях;

предложено использовать выявленные закономерности изменения скорости роста и содержания хлорофилла у микроводорослей при совместном действии основных абиотических факторов среды для разработки моделей оценки биомассы и первичной продукции фитопланктона в различных районах Мирового океана. Полученные результаты могут быть также применены для интерпретации данных мониторинга природных вод и в биотехнологии массового культивирования микроводорослей;

разработан алгоритм оценки комплексного влияния света и температуры на внутриклеточное отношение С/Хл у изученных в работе диатомовых водорослей и показана возможность его использования для черноморского фитопланктона в зимне-весенний период.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

экспериментальные работы по культивированию микроводорослей и обработка проб осуществлены на основании традиционно используемых методик;

теоретическая часть работы согласуется с опубликованными данными по теме диссертации;

идея базируется на обобщении передового опыта теории и практики ведущих российских и зарубежных исследований в области изучения закономерностей формирования адаптивного отклика морских микроводорослей на изменение условий их существования с учетом комплексного действия основных абиотических факторов среды;

использованы сравнения авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

установлено соответствие и специфика полученных автором данных с представленными сведениями в известных работах других авторов;

использованы тщательно спланированные схемы проведения экспериментов, современные методы исследования, а также адекватные методы статистической обработки экспериментальных данных.

Личный вклад соискателя состоит в том, что автором проведен анализ имеющейся в литературе информации по проблематике, представленной в диссертационной работе, проведен основной комплекс экспериментальных работ, обобщение, анализ и интерпретация полученных результатов, сформулированы выводы. Диссертантом подготовлена рукопись диссертации и статьи соответствующей тематики, результаты работы доложены на симпозиумах и конференциях.

Диссертация соответствует пункту 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, предъявляемых к кандидатским диссертациям. Выполнены все требования к публикациям основных научных результатов диссертации, предусмотренных пунктами 11 и 13, соблюдены требования, установленные пунктом 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

На заседании 20 апреля 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Шоман Наталье Юрьевне ученую степень кандидата биологических наук по специальности 03.02.10 – гидробиология (биологические науки).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 14 докторов наук специальности 03.02.10 - гидробиология, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав

совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали:
за – 14, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель заседания диссертационного совета
д.б.н.

В.И. Рябушко

Ученый секретарь диссертационного совета
к.б.н.



Н.В. Поспелова

20 апреля 2021 г.