

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
НА ДИССЕРТАЦИОННУЮ РАБОТУ ШОМАН НАТАЛЬИ ЮРЬЕВНЫ
«СОВМЕСТНОЕ ДЕЙСТВИЕ СВЕТА, ТЕМПЕРАТУРЫ И
ОБЕСПЕЧЕННОСТИ АЗОТОМ НА СКОРОСТЬ РОСТА И СОДЕРЖАНИЕ
ХЛОРОФИЛЛА *a* У МОРСКИХ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ»,
представленную на соискание ученой степени кандидата наук
по специальности 03.02.10 – гидробиология

Актуальность работы. Фитопланктон – основной продуцент органического вещества в пресных и морских экосистемах, а также играет существенную роль в функционировании климата планеты. Это делает актуальным фундаментальное понимание всех процессов, лежащих в основе структурно-функциональной организации первично-продукционного звена морских экосистем. Изучение влияния абиотических факторов на физиологическое состояние микроводорослей, которые являются главными регуляторами размерного и видового состава фитопланктонного сообщества, является важной задачей гидробиологии. В связи с этим актуальность заявленной темы диссертационной работы Шоман Н.Ю. не вызывает сомнений.

Оригинальность и научная новизна диссертационной работы Шоман Натальи Юрьевны заключаются в том, что автором получены новые результаты, раскрывающие закономерности изменения скорости роста и содержания хлорофилла *a* в клетках диатомовых водорослей при различных вариантах сочетания и широких диапазонах воздействия таких абиотических факторов, интенсивность света, температура и концентрация элементов питания. Важной составляющей оригинальности работы является то, что соискатель рассматривает эти факторы не отдельно, а с учетом их взаимодействия.

Научная и практическая значимость. Полученные результаты вносят значительный вклад в понимание физиологических процессов, происходящих в клетках диатомовых водорослей, а также стратегий их адаптаций к условиям окружающей среды. Они могут быть использованы

для разработки научных основ биотехнологии массового культивирования микроводорослей, для экологического мониторинга, а также для оценки экологического состояния водных экосистем, для совершенствования учебных курсов по гидробиологии в ВУЗах.

Структура и объем диссертации.

Диссертационная работа Н.Ю. Шоман изложена на 149 страницах, состоит из введения, 6-ти глав, выводов, перечня сокращений и условных обозначений, списка литературы, насчитывающего 186 источников, в том числе 133 – на иностранных языках. Работа проиллюстрирована 8 таблицами и 27 рисунками.

В первой главе диссертационной работы Н.Ю. Шоман представлен детальный обзор отечественной и зарубежной литературы по изучению влияния таких факторов, как интенсивность света, температура и концентрация азота в среде на скорость роста фитопланктона. Проанализированы основные подходы к моделированию содержания хлорофилла *a* в клетках фитопланктона и влияние основных абиотических факторов на изменение отношения $C/Xл\ a$ у микроводорослей.

Во второй главе описаны материалы и методы исследований, проведенных автором для решения поставленных задач, из которых видно, что автором собран и проанализирован обширный экспериментальный материал (5 экспериментов по исследованию скорости роста, отношения $C/Xл$ и изменения структурно-функциональных показателей диатомей в зависимости от интенсивностей света, температуры и концентрации азота в среде). Использование современных методов измерений и статистическая обработка данных дает основание полагать о репрезентативности представленных результатов.

Замечания ко второй главе: Для лучшего понимания хода экспериментов их описание было полезно дополнить иллюстрациями.

Вопросы к главе: В описании второго эксперимента не до конца ясно, помещалась ли вторая колба в термостатированный бокс. Если нет, то как поддерживалась комнатная температура 20 °С?

Почему в качестве объектов исследования не использовали более крупные виды диатомовых водорослей (например, *Proboscia alata* или *Pseudosolenia calcar-avis*)?

В остальных главах (3–6) представлены основные результаты проведенных исследований.

В третьей главе автором подробно представлены результаты эксперимента №1, проведенного с целью выявления основных закономерностей изменения удельной скорости роста диатомовых водорослей как функции различных свето-темновых условий.

В ходе экспериментальных исследований было выяснено, что понижение температуры приводило к сужению диапазона оптимальной для роста интенсивности света и увеличению степени светового ингибирования для всех исследованных видов микроводорослей. Выявлены индивидуальные особенности свето-температурной адаптации. Высокая эффективность роста в условиях светового лимитирования характеризует диатомею *Skeletonema costatum* как тенелюбивый вид.

Замечания к третьей главе: на рисунке 3.1В, на котором изображен график удельной скорости роста *Skeletonema costatum*, отсутствуют данные об освещенности $170 \text{ мкЭ} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ (стр. 41, «Эксперимент № 1»).

В таблице 3.2 отсутствует строка интенсивностей света для диатомеи *S. costatum*, несмотря на пояснения в тексте, это усложняет понимание результатов эксперимента.

В четвертой главе представлены результаты экспериментальных исследований по совместному влиянию интенсивности света и температуры на отношение углерода к хлорофиллу *a* у диатомовых водорослей. Показаны два типа возможного адаптационно отклика фотосинтетического аппарата диатомей на изменения температурных условий роста. Первый тип,

отмеченный у *Phaeodactylum tricornutum* и *Nitzschia sp.*, представляет собой температурно-зависимое изменение содержания хлорофилла *a* в клетке, направленное на оптимизацию скоростей световых и темновых реакций фотосинтеза. Для диатомовой водоросли *Skeletonema costatum* установлен второй тип, когда содержание хлорофилла в клетке не зависит от температурных условий.

Пятая глава содержит материалы о совместном действии световых условий и концентраций азота на скорость роста и отношение $C/Xл\ a$ у диатомовых водорослей на примере *Phaeodactylum tricornutum*. Экспериментальные исследования показали, что при исчерпании азота в среде рост диатомеи *P. tricornutum* некоторое время продолжался за счет внутриклеточного запаса этого элемента, что обеспечивало увеличение биомассы водорослей по углероду приблизительно в 2 раза. Установлено, что совместное действие температуры и степени обеспеченности азотом на изменение скорости роста и содержания хлорофилла в клетках водорослей носит аддитивный характер. Автором показано, что снижение исходное содержание азота в питательной среде при освещенности выше $150\text{ мкЭ}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$ приводило к сужению диапазона оптимальной для роста водорослей интенсивности света, увеличению степени светового ингибирования их скорости роста и прогрессирующему снижению содержания хлорофилла в клетках.

Вопросы к пятой главе: Почему не исследовали влияние концентраций фосфора на скорость роста и отношение $C/Xл\ a$? Ведь этот элемент также является важным для роста морских диатомовых водорослей.

Замечания к пятой главе: В разделе «Материалы и методы» указано, что в «Эксперименте № 5» было всего 9 вариантов освещенностей (14, 25, 42, 85, 225, 430, 600, 900 и $1200\text{ мкЭ}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$, стр. 46). В пятой главе речь идет уже о 11 освещенностях, т.к. появились 150 (стр. 106, 108-112) и $350\text{ мкЭ}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$ (стр. 108-109). Как можно это объяснить?

В шестой, завершающей главе диссертации, Н.Ю. Шоман предложена модель, позволяющая оперативно оценивать отношение органического углерода к хлорофиллу *a* в клетках черноморского фитопланктона в зимне-весенний период.

Вопросы к шестой главе: Почему не приведены данные о концентрациях азота в Черном море в зимне-весенний период, как это сделано для температуры и интенсивности света?

В шестой главе описаны условия, при которых диатомовая водоросль *Skeletonema costatum* доминирует в природе в зимне-весенний период. Что можно сказать о двух других исследуемых видах? Являются ли *Phaeodactylum tricornutum* и *Nitzschia sp. № 3* доминантами в море и при каких условиях окружающей среды?

Замечания к шестой главе: Отсутствует рисунок 6.2.

В разделе **Выводы** в краткой форме изложены основные результаты диссертационной работы, которые полностью соответствуют поставленным задачам.

Несмотря на отдельные замечания, которые, главным образом, носят редакторский, дискуссионный или рекомендательный характер, автором проделана большая работа, которая является существенным вкладом в изучение физиологии морских диатомовых водорослей.

Диссертационная работа Н.Ю. Шоман представляет законченное, оригинальное научное исследование. Автореферат полностью отражает содержание рукописи диссертации, все выводы обоснованы, основные положения апробированы на 9 конференциях и опубликованы в открытой печати (14 публикаций, в том числе 5 – в рецензируемых научных журналах из перечня изданий, рекомендуемого ВАК).

На основании всего изложенного можно заключить, что диссертационная работа «Совместное действие света, температуры и обеспеченности азотом на скорость роста и содержание хлорофилла *a* у морских диатомовых водорослей» отвечает требованиям пп. 9-11, 13, 14

«Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., а её автор, Шоман Наталья Юрьевна, заслуживает присуждения степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.10 – гидробиология.

Лифанчук Анна Викторовна
к.б.н.
научный сотрудник Лаборатории экологии
Южного отделения Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки Института
океанологии им. П.П. Ширшова РАН
353467, Краснодарский край, г. Геленджик,
ул. Просторная, д. 1Г
Тел. 8 (86141) 280 89
E-mail: sbsio@inbox.ru



Дата: 23.03.2021 г.

Личную подпись к.б.н. Лифанчук Анны Викторовны удостоверяю



Директор Южного отделения Института океанологии
им. П.П. Ширшова РАН, к.г.н.
Куклев Сергей Борисович

