

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертацию Гуляевой Елены Николаевны на тему:
«АДАПТАЦИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА РАСТЕНИЙ К УСЛОВИЯМ
ПРИМОРСКИХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛОГО МОРЯ»,
представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по
специальности 1.5.15. Экология

Диссертационная работа посвящена исследованию адаптаций растений приливно-отливной зоны Белого моря. Тема диссертации безусловно является актуальной. Изучение структурно-функциональных особенностей биоты морских побережий важно как для понимания механизмов функционирования приморских территорий, так и для анализа изменений, вызванных естественными причинами (например, климатические изменения), под действием антропогенной нагрузки, а также необходимо для разработки мероприятий по сохранению биоразнообразия, для организации мониторинга и рационального природопользования. В работе большое внимание уделяется влиянию такого явления как приливно-отливной цикл. Приливно-отливной цикл создает комплекс уникальных условий: дважды в сутки у живых организмов кардинально меняются условия обитания - температура, освещенность, доступность воды. Организмам, обитающим в приливно-отливной зоне, необходимо вырабатывать ряд адаптаций к данным условиям: животные, как правило, мигрируют, а растительные организмы перестраивают свой метаболизм. Несмотря на давний интерес к данной области исследований и длительный период наблюдений за разными группами растений (в том числе и водорослей), их механизмы адаптации остаются во многом неизвестны и гипотетичны.

Целью исследования является выявление структурно-функциональных особенностей сосудистых растений вдоль градиента затопления на побережье Белого моря.

В Главе **Обзор литературы** диссертант описывает состояние вопроса по теме исследования. В литературный обзор включена информация по структуре растительности, ее распределению в прибрежной зоне моря. Проанализированы имеющиеся в настоящее время данные по адаптации растений к условиям затопления. В целом, обзор написан очень обстоятельно и показывает хорошее знание диссертантом научной литературы по изучаемой теме.

В обзоре есть несколько неточностей, на некоторые хочется обратить внимание:

Стр. 13 «Белое море, в отличие от других Арктических морей – замерзающее...»

Хочется отметить, что практически все Арктические моря покрываются льдом, в меньшей степени Баренцево и Норвежское моря благодаря тепловодным течениям.

Стр. 22. Что основные действующие факторы «...засоления воды и почвы, температурного режима, освещенности, доступности кислорода и углекислого газа для растений, гидравлического давления и ряда других факторов»

Скорее, в этом случае влияет не гидравлическое давление (глубина), а гидродинамический режим, волновое воздействие.

Стр 23. «...На верхней литорали действие приливо-отливного цикла ослабевает...»

Не совсем соглашусь с утверждением. В данном случае можно сказать, что изменяется характер влияния (сила воздействия) составляющих приливо-отливного фактора, например, усиливается гидродинамическая компонента, уменьшается длительность влияния соленой воды и тд.

Стр 39 Он был описан для водорослей - Hydrilla verticillate (L.f.) Royle (Magnin et al., 1997; Reiskind et al., 1997), Elodea canadensis»

Я понимаю, что мы часто все растения, которые нашли в воде, называем – водоросли, но все же перечисленные не относятся к водорослям, это высшие растения.

Раздел «Материалы и методы» написан подробно, особенно раздел, посвященный месту проведения исследований. Разнообразие использованных методов подтверждает хорошее владение диссертантом как классическими методами анатомо-морфологических исследований растений, так и современными приборами и методиками, позволяющими изучать фотосинтетический аппарат растений.

Несколько уточнений и вопросов по методике проведения измерений:

У вас отмечается, что измерение параметров флюоресценции вы проводили в течение нескольких ПОЦ, уточните количество ПОЦ?

Поясните термин «Смежные сутки»?

Измерение интенсивности фотосинтеза проводили на тех же растениях (одновременно), у которых измеряли флюоресценцию, то есть в течение суточного эксперимента? Или интенсивность фотосинтеза измеряли на других растениях?

Вы отмечаете, что ряд измерений были проведены в максимальный отлив. Это максимальное по времени нахождение растения на суше?

Замечание: Проведение полевого эксперимента описано недостаточно четко, не указано, что в период проведения исследований также измеряли интенсивность фотосинтеза.

Глава Результаты исследования

В главе представлены результаты проведенного исследования. Выявлены основные показатели, которые изменяются под воздействием приливо-отливного цикла и которые являются знаковыми для регуляции метаболизма и участвуют в формировании адаптации к обитанию в прибрежной зоне.

Глава состоит из трех разделов.

В первом (3.1) анализируются анатомо-морфологические особенности растений приливо-отливной зоны, относящихся к разным систематическим группам.

Благодаря проведенному анализу выявлено, что наиболее важным фактором на побережье является затопление, обусловленное действием приливно-отливного режима. Под действием его формируется морфолого-анатомическая структура листа. Выявлены те структуры и показатели листа, которые в большей степени дают отклик на приливно-отливной цикл.

Во втором разделе главы (3.2) автор сконцентрировал свое внимание на анализе трех доминирующих видов и проанализировал морфолого-анатомические и физиологические особенности растений-галофитов, которые произрастают в разных по степени влияния ПОЦ зонах побережья.

В главе получены уникальные результаты по изменчивости морфолого-анатомических характеристик листа внутри вида, что позволяет выявить степень влияния ПОЦ и характерные адаптации для обитания в данных условиях.

Стр. 68. «...обусловленное частотой и силой приливно-отливного режима...»

Под силой приливно-отливного режима подразумевается длительность нахождения растений под водой и на осушке? Что подразумевается под частотой?

Стр. 69

При отборе и анализе растений с одного горизонта (трансекты) учитывали ли другие факторы, кроме ПОЦ. Например, интенсивность движения воды?

*Стр. 69 «Сравнение данных по коэффициенту палисадности показало, что наиболее высокие значения (2.4) получены у растений *Triglochin maritima*, произрастающих на супралиторали, более низкие значения (1.3), у *Plantago maritima* так же на супралиторали, а у *Tripolium vulgare* низкие 0.7–0.9 на верхней и средней литорали соответственно.»*

Не совсем четко изложена информация по коэффициенту палисадности: У *Plantago* более низкие по сравнению с *Triglochin* или по сравнению с этим же видом (*Plantago*), но произрастающим на супралиторали?

Стр. 70 «... функциональной активности растения, которая была более высокой у триостренника и подорожника на супралиторали, а у астры на верхней литорали. Этот анализ показал общую тенденцию снижения у растений на средней литорали.»

Как рассчитывали функциональную активность? Снижение чего показал общий анализ?

Стр. 71. Фраза «эпидерма не изменяется» не совсем корректна, потому что у подорожника отдельные показатели листа все же изменяются.

*Стр. 72 У *Tripolium vulgare* индексы SEI и SPI на верхней и нижней сторонах листа не изменялись на литорали*

Уточнение «на литорали» лишнее, потому что она обитает только в той зоне.

Следующий раздел главы (3.3) посвящен суточным изменениям состояния устьичного аппарата, интенсивности фотосинтеза и параметров флуоресценции.

На мой взгляд, данная часть исследования является украшением диссертационной работы. Полученные в ней результаты являются уникальными по своей природе. Приливно-отливному циклу как отдельному фактору, определяющему формирование и функционирование биоценозов, практически не уделяется внимание. Особенно ценным является проведение суточных измерений, которые позволяют получить целостную картину проходящих в листе изменений. Интересны данные по флюоресценции у разных видов растений, которые дают представление об особенностях прохождения процессов фотосинтеза под водой.

Важным результатом работы является выявление растений с разными типами стратегий. Наличие активной стратегии – относительно высокая интенсивность фотосинтеза в погруженном состоянии, открытые устьяца – вносит понимание в особенности функционирования прибрежных биоценозов, в том числе с точки зрения их продуктивности.

Стр. 73 Что подразумевается под количественными показателями эпидермы. Почему они не изменяются ?

Максимальные приливы и отливы – это по таблице или все-таки фактическое максимальное осушение или затопление?

Стр. 75. Рис. 11-12.

Понятие дневное время и ночное – расплывчатые, 13 часов и 17 часов дня – будут отличаться не только по фазе приливно-отливного цикла, но и по уровню освещения. На работу устьичного аппарата будет влиять, в том числе и интенсивность освещения. Измеряли ли вы интенсивность освещения в период проведения эксперимента. Были ли проанализированы изменения в листе совместно с изменением освещенности и стадией ПОЦ?

На рис. 12, 13 не указывается светлый и темный период суток. Я понимаю, что это было указано на рисунке 11, но добавление этих обозначений на последующие графики облегчило бы чтение работы.

Стр 76. «Следует отметить, что на верхней литорали оба вида имели сходную реакцию со стороны устьичного аппарата, отвечающую циркадной ритмике»

Поясните, пожалуйста, реакция была одинакова у двух видов и зависела в основном только от уровня освещения или реакция была схожа с видами средней литорали?

Стр.77 и далее - рис. 14-16.

Замечание к оформлению рисунков, стоило бы подписать либо рисунки, либо оси, чтобы их было удобнее читать.

Параметры, характеризующие работу устьичного аппарата, вы проводили на растениях, произрастающих в верхней и средней литорали. Параметры флюоресценции, представленные в работе, относятся к растениям из средней литорали. Делались ли измерения флюоресценции для растений с верхней литорали и если да, то есть ли зависимость интенсивности флюоресценции от высоты расположения на литорали?

Стр. 87. Таблица 11. Параметры аппроксимации углекислотных кривых CO₂

Для показателя «Скорость темнового выделения CO₂ (мкмоль CO₂ м-2с-1)» у вас для двух видов *Tripolium vulgare* и *Triglochin maritime* отмечены отрицательные значения, а для подорожника положительные. Объясните, пожалуйста, полученные значения.

Глава **Обсуждение** посвящена анализу полученных данных совместно с имеющимися литературными. К сожалению, работ посвященных влиянию ПОЦ на арктические растения очень мало, в основном работы проводились на морских травах и в большей степени в более южных регионах мира.

На основании проведенного анализа автором выделены два вида адаптации, которые позволяют растениями существовать в приливно-отливной зоне: пассивная и активная.

Стр. 89-90 «...Так виды *Lathyrus maritimus* и *Alopecurus arundinaceus* произрастают на стыке супралиторали и литорали, зачастую на выбросах водорослей, являются высокими растениями. ... Большую часть времени находятся в наземных условиях и имеют типичное строение характерное для однодольных растений...»

Вид *Lathyrus maritimus* упоминается как однодольное растение, хотя таковым не является. Возможно, автор имел в виду *Leymus arenarius*, так как именно этот вид исследуется в работе, на которую ссылается диссертант.

«... Рядом с ними произрастают *Lathyrus maritimus*, *Cochlearia arctica*, *Atriplex nudicaulis* и *Honckeya diffusa*, которые являются типичными суккулентами...»

На мой взгляд, сложно назвать *Lathyrus maritimus*, *Atriplex nudicaulis* - типичными суккулентами. Я бы перестроила фразу: Рядом с ними произрастают *Lathyrus maritimus*, *Atriplex nudicaulis*, а также типичные суккуленты - *Cochlearia arctica* и *Honckeya diffusa*.....

Стр 92 «...Именно в условиях прилива отмечено уменьшение кутикулы у видов литорали, которые подвергаются полному затоплению...»

Не совсем понятная фраза – создается впечатление, что в период прилива кутикула уменьшается, а в период отлива может увеличиваться. Возможно, автор имел ввиду, что «У литоральных видов, периодически подвергающихся затоплению, отмечается снижение толщины кутикулы»?

Стр 92 «...Факт открытия устьиц в условиях затопления был отмечен как у *Plantago maritima*, так и у *Tripolium vulgare*, что может свидетельствовать о возможности активизации работы фотосинтетического аппарата при затоплении...»

Вопрос: Так как листья амфистоматические – устьица открыты в равной степени на обеих сторонах листа или на какой-то стороне больше? Если ФСА активизируется при затоплении, то какова его активность на воздухе: мало активен/неактивен или будет наблюдаться динамика изменений?

Глава Заключение написана достаточно кратко, обобщает полученные результаты и плавно подводит к выводам.

Выводы отражают все направления диссертационной работы, подтверждены полученным материалом. Однако, на мой взгляд, третий вывод слишком громоздкий.

Рассматриваемая диссертация построена по стандартному для кандидатских диссертаций плану. Она включает введение, обзор литературы, материалы и методы, результаты исследований, обсуждение, заключение, выводы, список литературы и приложение.

Диссертация изложена на 139 страницах, содержит 16 рисунка и 11 таблиц. Список литературы включает 309 наименований, из них 132- русскоязычных источника, 177 - на иностранном языке.

По материалам диссертации опубликовано 21 работа, в том числе 4 статьи в журналах из списка рекомендованных ВАК и включенных в международные базы «Scopus» и «WoS», 1 статья в коллективной монографии. Результаты, представленные в диссертации, неоднократно докладывались на представительных российских и международных научных конференциях. Опубликованные печатные работы и автореферат правильно отражают содержание рассматриваемой диссертации.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации, основным идеям и выводам диссертации

Таким образом, можно сделать заключение, что диссертация Гуляевой Елены Николаевны на тему: «АДАПТАЦИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА РАСТЕНИЙ К УСЛОВИЯМ ПРИМОРСКИХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛОГО МОРЯ», представленная на соискание ученой степени кандидата биологических наук, является научно-квалификационной работой, в которой полностью решены поставленные цель и задачи.

Данная работа интересна своим комплексным подходом, при котором использовались как геоботанические методы исследований, так и физиологические, с привлечением современного оборудования.

Необходимо отметить большое практическое значение проведенной работы и широкий спектр областей, где можно их использовать: начиная от генной инженерии для создания солеустойчивых растений, до работ в области биомониторинга. Возможно использование данных, полученных в работе при проведении учебных мероприятий, например, в курсах по экологии и физиологии растений.

К сожалению, в работе присутствует много орфографических и другого рода ошибок, что несколько осложняет чтение рукописи.

Но, несмотря на выявленные недочеты, работа производит приятное впечатление и достойна высокой оценки.

По актуальности, объёму проведенных исследований, научно-методическому уровню, новизне и практической значимости полученных результатов настоящая работа полностью соответствует критериям п. 9, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор – Гуляева Елена Николаевна **заслуживает** присуждения ей искомой учёной степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. Экология.

Отзыв подготовлен Рыжик Инной Валериевной, кандидатом биологических наук (специальность 25.00.28 – океанология), старшим научным сотрудником лаборатории альгологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Мурманского морского биологического института Российской академии наук.

Адрес: ул. Владимирская, 17, Мурманск, Россия, 183010.

Контактный телефон(ы): + 7 (8152) 25-39-63 ,

Электронная почта: alaria@yandex.ru

Подпись официального оппонента

Рыжик И.В.

*Подпись старшего научного сотрудника Рыжик И.В.
лаборатории альгологии заверено
спец. по персоналу С.А. Еришова ИТ
04.09.2022.*

