

В диссертационный совет Д 307.008.01
при ФГБОУ ВО «Камчатский
государственный технический университет»

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Кашутина Александра Николаевича «Биология развития и экология бурой водоросли *FUCUS DISTICHUS* в прибрежных водах Камчатки», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – Экология (биология)

Диссертационная работа Александра Николаевича КАШУТИНА направлена на изучение биологии развития и экологии бурой водоросли *FUCUS DISTICHUS* L. в прибрежных водах Камчатки.

Актуальность представленного в виде диссертации исследования, не вызывает сомнений. Фукусовые водоросли уже много лет являются предметом пристального внимания специалистов самых разных направлений: биотехнологов, гидробиологов, систематиков, экологов. Фукоиды представляют собой доминирующую группу макрофитов на литорали арктических, дальневосточных и южных морей, местом обитания, размножения многих гидробионтов. Фукусовые водоросли занимают второе место среди промысловых морских макрофитов после представителей родов *Laminaria* и *Saccharina*, являясь сырьем для производства продукции лечебно-профилактического назначения. Знания репродуктивных особенностей, морфологических перестроек на разных стадиях онтогенеза и под влиянием внешних факторов обеспечивают возможность использования *F. distichus* для восстановления деградированных участков морского побережья. В последние годы представители фукусовых рассматривают в качестве активных участников биоремедиации прибрежных акваторий. Однако, несмотря на многолетнее изучение фукусовых водорослей, многие аспекты биологии отдельных видов, особенно эмбриональное развитие, до настоящего времени остаются «белыми пятнами». В полной мере это относится к виду *Fucus distichus* L. – фукус двухсторонний, объекту исследования КАШУТИНА Александра Николаевича.

Диссертантом достаточно четко сформулирована **Цель исследования** - выявить темпы роста и особенности развития *Fucus distichus* в камчатской части ареала от стадии зиготы до половозрелого растения, определить стратегию воспроизводства вида, механизмы поддержания численности его популяций и устойчивость к неблагоприятным экологическим факторам.

А.Н. Кашутиным обозначен широкий **спектр задач**, решение которых необходимо для достижения цели: от разработки методов визуального определения стадий созревания половых продуктов, эмбрионального развития до выявления особенностей развития фукуса в природной среде под влиянием экологических факторов и возможности формирования искусственных поселений фукуса двухстороннего на естественных субстратах. Поставленные задачи диссертантом успешно выполнены.

Два основных положения, выносимые на защиту, раскрывают роль широкого диапазона толерантности к факторам внешней среды, а также физиологические особенности круглогодичного роста, формирования репродуктивных органов у *Fucus distichus*, для устойчивого развития и постоянного пополнения природных популяций данного вида. **Несомненна теоретическая значимость** этих положений, результатов исследований, которые позволяют понять механизмы сохранения существования исследуемого вида водорослей в современной альгофлоре. **Нельзя не отметить и практическую значимость** полученных диссертантом сведений, являющихся основой для разработки биотехнологии культивирования, воспроизводства природных зарослей.

Заслуживают уважения результаты исследования, отражающие научную новизну. Впервые представлены данные о сезонных различиях темпов линейного роста и размножении разновозрастных представителей популяции, определен общий период развития *F. distichus* от зиготы до половозрелого растения. Полученные автором результаты показали динамику прироста у разных возрастных групп в разные сезоны года и позволили сделать вывод о высоких темпах роста этого вида фукуса в условиях восточной Камчатки. Впервые продемонстрировано влияние света, температуры и солености на раннее эмбриональное и постэмбриональное развитие вида. Получены доказательства того, что понятие «зимний покой» неприменимо к *F. distichus*, поскольку при отрицательной температуре воды он продолжает расти и формировать органы размножения. Впервые проведено изучение развития зигот фукуса в природе в загрязненной среде на искусственных и естественных субстратах.

Достоверность представленных в работе результатов не вызывает сомнений, что подтверждается сочетанием большого числа лабораторных и натурных экспериментов, проведенных с использованием стандартных методов исследований и современного научного оборудования, статистической достоверностью результатов их обработки, наличием фотографий внешнего и внутреннего строения фукуса на разных стадиях развития. Данные, представленные в разных главах диссертации, оформлены в виде научных статей, прошли апробацию на научных собраниях различного ранга. **Всего по теме диссертации опубликовано 18 работ, 5 из них – статьи в рецензируемых научных журналах.**

Нет сомнений в личном вкладе автора диссертации в проведенное исследование. А.Н. Кашутин самостоятельно выбирал полигоны для сбора количественных и качественных данных и проведения постоянных наблюдений за развитием фукуса, провел весь цикл лабораторных и полевых экспериментов, выполнил статистическую обработку полученных данных. Соискатель самостоятельно подготовил и изучил гистологический материал, выполнил микрофотографирование срезов и тотальных препаратов проростков и эмбрионов фукуса, усовершенствовал методы получения

жизнеспособных зигот и их лабораторного культивирования. Александром Николаевичем был проведен критический анализ литературных данных по близкой к направлению исследования тематике.

Итогом исследований явилась диссертационная работа, изложенная на 206 страницах, состоящая из введения, 6 глав, заключения, выводов и списка литературы, включающая 42 рисунка, 27 таблиц. Список литературы включает 282 источника, из них 102 иностранных.

В главе 1 - Литературный обзор - достаточно полно отражает литературные данные по теме диссертации, касающиеся распространения, биологии развития *F. distichus*, влиянию на него экологических факторов. Отмечено, что большая часть данных по биологии *F. distichus* была получена исследователями для атлантических фукоидов. Это же относится и к большинству экспериментов по влиянию факторов внешней среды на развитие фукусов. В дальневосточных морях и у Камчатки подобные экспериментальные исследования не проводились.

В главе 2 - Физико-географическая характеристика района - представлена развернутая характеристика гидрологии, гидрохимии и климатических особенностей района исследований.

В главе 3 - Материалы и методы исследований - совершенно справедливо уделено большое внимание подготовке, проведению экспериментов, обработке полученного материала. Тщательность подхода диссертанта к методической части заслуживает похвалы. Вместе с тем, хотелось бы получить пояснение автора о методике заморозки препаратов до -23 градусов. Почему именно эта температура заморозки выбрана и каковы режимы «поступенчатого размораживания», обеспечивающие сохранность жизнеспособности объекта? Какой процент выживания экспериментальных образцов при разных сроках хранения?

В главе 4 - Морфология, вегетативная и генеративная анатомия и биология развития фукуса - представлены оригинальные данные о влиянии на формирование *F. distichus* температуры, светового довольствия, прибойности и биогенного фона. Диссертантом выделено пять стадий зрелости рецептакулов на основании таких признаков, как цвет, утолщенность, форма крышек концептакулов, размеры остеолей. Текстовое изложение главы сопровождается прекрасно выполненными фотографиями органов размножения и репродуктивного материала. Использование А.Н. Кашутиным мечения водорослей позволило наблюдать темпы линейного прироста и скорость ветвления в разные сезоны года. Проанализировав полученные результаты Александр Николаевич пришел к справедливому выводу о высоких темпах роста *F. distichus* в условиях восточной Камчатки. Если ранее предполагалось, что за год на талломе фукуса образуется порядка 2 дихотомий, то результаты автора опровергли. Растения, начавшие развитие с разным количеством дихотомических ветвей, при разной интенсивности роста сформировали за год по 4–6 новых ветвлений.

В главе 5 - Влияние экологических факторов на развитие фукуса - диссертант, анализируя влияние льда на фукус, приходит к выводу, что наряду с истиранием,

повреждением талломов водорослей, льду принадлежит исключительная роль в разносе вдоль берега фукусового «посевного материала». Изучение влияния температуры и солености на *F. distichus* (сохранение жизнеспособности при 10 %) подтвердили полученные ранее данные для других видов рода *Fucus* о широком диапазоне толерантности этой группы водорослей к данным факторам. Вместе с тем, хотелось бы знать мнение диссертанта о роли «приливных окон» в обеспечении жизнеспособности фукусов в опресненных районах побережья Камчатки, которая отмечена при исследовании водорослей, обитающих в «кутовых» районах заливов Баренцева моря.

В главе 6 - Практическое использование фукуса и возможности его искусственного выращивания в прикамчатских водах - рассматривается практическое использование фукуса и возможности его искусственного выращивания в прикамчатских водах. Автором делается анализ современных сведений об использовании фукуса в лечебно-профилактической практике, анализируются причины торможения введения препаратов из фукуса в фармакопею, в частности, непостоянство химического состава фукусового сырья. Основное же внимание диссертант уделяет перспективе искусственного выращивания *F. distichus*. Полученные в ходе диссертационного исследования результаты и методические разработки (главы 1-5) позволили А.Н. Кашутину спланировать и провести эксперименты по искусственному воспроизводству фукуса в природной среде, в ходе которых было показано, что в прикамчатских водах он может стать объектом санитарной и товарной марикультуры.

Завершает диссертационное исследование раздел Заключение, где сконцентрированы важнейшие результаты проведенной работы, к которым можно отнести представление, что *F. distichus* имеет растянутый период размножения, и только два его «второгодних» растения способны в течение полугода давать жизнеспособные зиготы. Во всей же популяции вида высеив зигот осуществляется почти круглый год. Он приостанавливается в самые холодные месяцы, но даже тогда у фукуса продолжают рост и медленное развитие генеративных органов. Вклад в воспроизводство популяции осуществляют преимущественно растения в возрасте 2+ и более. Изучение влияния разных экологических факторов на раннее развитие *F. distichus* показало большую устойчивость его эмбрионов к стрессовому воздействию, позволило определить время, в течение которого они имеют микроскопические размеры и становятся видимыми невооруженным глазом. *Fucus distichus* характеризуют высокие темпы линейного роста и постоянная закладка рецептакулов после появления третьей дихотомии. Ему не свойствен зимний покой. Даже в самые холодные месяцы года у него продолжается деятельность верхушечной меристемы и дозревание генеративных тканей.

Представленные **Выводы** логично вытекают из общего содержания работы.

Список литературы включает 282 источника, из них 102 на иностранных языках.

Замечания по диссертационной работе А.Н. Кашутина

В диссертации большое внимание уделяется половому размножению *Fucus distichus*, но отсутствует рассмотрение вегетативного размножения, вклад которого в

поддержание, восстановление популяций описано для фукусовых водорослей,- обитателей арктических, дальневосточных и южных морей.

К сожалению, в тексте диссертации и автореферата присутствует большое количество неудачных словосочетаний, формулировок, терминов.

Приведу лишь некоторые из автореферата: «камчатский фукус» (стр. 4), «гибкие адаптации», «внутреннее строение фукуса», (стр. 5), «световое довольствие, биогенный фон», «даже в молодом возрасте они хорошо отличаются...» (стр.10), «демонстрирует (фукус) высочайшую устойчивость к нефтяному и металлическому загрязнению», «до зрелого зиготоносящего растения», «В зримом виде они появились на канате...», «... имели еще неподделенную вершину) (все - стр. 16), «более кряжистые» (стр. 17), «выдерживают значительные колебания солености от 30 ‰ и более до 10 ‰» (выводы п. 5) и другие.

Сделанные замечания по настоящей диссертационной работе несколько не снижают общее хорошее впечатление от всей работы в целом. Замечания, приведенные в отзыве, в большой степени носят редакционный характер, и не снижают научных достижений и достоинств этой работы.

Таким образом, диссертационная работа А.Н. Кашутина написана научным языком, изложена логично. Текст иллюстрирован таблицами, рисунками, схемами. Содержание диссертации соответствует указанной специальности. Основные защищаемые автором положения в достаточной мере обоснованы фактическим материалом, раскрыты в автореферате и опубликованных научных работах. Положения, разделы автореферата соответствует аналогичным положениям, разделам диссертации. Выводы, приведенные в диссертации и автореферате, совпадают. Автора диссертации отличают основательные знания биологии фукусовых водорослей, обитателей прибрежных вод Камчатки, высокий уровень методической подготовки в проведении натурных и лабораторных экспериментов по влиянию факторов внешней среды на морфологию, репродуктивные процессы, ранний онтогенез водорослей.

Заключение.

На основании представленной диссертационной работы и автореферата можно сделать следующее заключение: работа «Биология развития и экология бурой водоросли *FUCUS DISTICHUS* в прибрежных водах Камчатки», выполненная Александром Николаевичем Кашутиным с применением современных методов исследований, оригинальна, проведена диссертантом самостоятельно и обладает внутренним единством. Работа базируется на собранных им материалах натурных наблюдений, новых экспериментальных данных, сделанных обобщениях и представляют собой завершенную научно-исследовательскую работу, соответствующую уровню искомой степени. Результаты, полученные диссертантом, научно и практически значимы; свидетельствуют о личном вкладе автора диссертации в науку и имеют существенное значение для развития экологии водорослей – макрофитов в прибрежных водах Камчатки. Выводы, сделанные на основании полученных результатов, конкретны и обоснованы, отражают

содержание всей работы в целом. Учитывая все вышесказанное, можно заключить, что данная диссертационная работа отвечает требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ № 842 от 24.09.2013 г. (с изменениями от 26 мая 2020 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Александр Николаевич Кашутин, безусловно, заслуживает присуждения ему искомой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – Экология (биология)

Мурманский морской биологический институт РАН

Главный научный сотрудник,

доктор биологических наук, профессор

Григорий Михайлович

Воскобойников

28.04.2021 г.

183038, г. Мурманск, ул. Октябрьская 24, кв. 16

Моб. Тел. +7921-0340793

Email: grvosk@mail.ru

Подпись главного научного сотрудника ММБИ РАН Воскобойникова Григория Михайловича
заверяю

Начальник отдела кадров



Е.П. Фомина