

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Анны Юрьевны Бессудовой “Чешуйчатые хризофитовые в разнотипных
водоемах Восточной Сибири”,
представленной на соискание ученой степени
кандидата биологических наук
по специальности 03.02.01 – ботаника

Водоросли являются основополагающим звеном трофической цепи в водных экосистемах и важным объектом при оценке их экологического состояния. Изучение состава и структуры альгоценозов дает основу для рационального использования водных объектов и является составной частью инвентаризации генофонда водоемов мира. При огромном многообразии видов водорослей целесообразным и возможным является изучение какой-либо отдельной их группы. В данном исследовании внимание было уделено изучению чешуйчатых хризофитовых водорослей, которые, как и диатомовые имеют панцирь из биогенного кремнезема, но не цельный, а состоящий из чешуек и шипов. Особенностью таких хризофитов при их изучении является трудность в обнаружении ввиду того, что при фиксации материала панцирь распадается на отдельные чешуйки, а те, ввиду особенно малых размеров и прозрачности, не обнаруживаются в световой микроскоп. Только с развитием методов электронной микроскопии, как сканирующей, так и трансмиссионной (СЭМ и ТЭМ), стало возможным детальное изучение строения и архитектоники чешуек и точная видовая идентификация образцов.

Исследование водорослей ранее не изученных водоемов, к тому же расположенных в труднодоступных районах Восточной Сибири, позволяет существенно дополнить альгологическую базу данных, как России, так и всего мира. Сравнение состава хризофитовых водорослей водоемов и водотоков, различных по гидрологическим и гидрохимическим параметрам

воды, позволило получить интересный материал для исследования пространственно-временной организации планктона в разнотипных водных экосистемах региона. При сопоставлении с имеющимися литературными данными по хризофитовым водорослям, обитающим в водоемах и водотоках Восточной Сибири, автором значительно пополнен состав чешуйчатых золотистых водорослей за счет редких и малоизученных видов.

Анализируемая работа изложена на 151 странице, содержит введение, четыре главы, заключение, два приложения, проиллюстрирована 44 рисунками, включающими 237 микрофотографий, и семью таблицами, список литературы состоит из 198 источников, в том числе 110 – на английском языке.

В работе Анны Юрьевны Бессудовой проводится ревизия таксономического состава чешуйчатых хризофитовых водорослей Восточной Сибири, рассматриваются вопросы пространственно-временной организации планктонных сообществ с участием данной группы низших растений. С одной стороны, ранее, начиная с XIX века, многие исследователи обращались к изучению золотистых водорослей, с другой – их нельзя признать полностью решенными ввиду исследования в основном представителей хризофитовых, имеющих различной конфигурации кремнистые домики, а не чешуйчатый панцирь, что являлось весьма актуальным в эпоху световой микроскопии в альгологии. А группа золотистых водорослей действительно является одной из интереснейших при характеристике водоемов и определении их трофического статуса ввиду особенностей строения и большой индикаторной значимости. И представленная работа вносит весомый вклад в общие познания об этой группе водорослей. Особую ценность представляет тот факт, что исследован обширнейший регион страны, озерный и речной фонд которого характеризуется весьма специфическими особенностями, среди которых автором справедливо отмечены значительные колебания уровня минерализации, температуры, как в зоне смешения озерных и речных вод,

так и в зоне смешения речных и морских вод. Именно этот комплекс факторов во многом определяет пространственно-временную динамику сообществ чешуйчатых хризофитовых в пределах изученного района.

В связи с этим актуальность проведенного Анной Юрьевной исследования не вызывает сомнений. Все это автор убедительно отразил в вводной части диссертации, где были представлены цель и задачи работы, ее теоретическое и практическое значение, научная новизна, защищаемые положения, сведения об апробации результатов на значимых конференциях с 2013 по 2017 гг. Нужно отметить, что защищаемые положения сформулированы кратко, ёмко и отражают всю суть анализируемой работы. Особенно следует выделить пункт научной новизны работы, которая включает в себя достаточно много позиций, что делает данную работу особенно ценной.

В первой главе автор делает обзор истории изучения чешуйчатых хризофитовых водорослей, как в мире, так и в водоемах Восточной Сибири, приводит современные представления о положении чешуйчатых хризофитов в царстве живых организмов, как ботанического объекта. В целом, в обзоре отражены все основные достижения альгологии в изучении чешуйчатых хризофитовых водорослей. В результате анализа литературных данных автор в конце главы делает вывод о перспективности исследований данной группы золотистых водорослей в разнотипных водоемах восточной Сибири с применением современных методов электронной микроскопии.

Во второй главе представлено описание района исследования – Восточной Сибири, ее природных условий, определяющих состав и обилие водорослей в планктоне, в том числе чешуйчатых хризофитов. Автор дает краткую характеристику рельефа, климата, описывает основные природные зоны и географические пояса, к которым приурочена Восточная Сибирь. Многообразие ландшафтов определяет и многообразие разнотипных водоемов и водотоков на исследуемой территории. Основное внимание в этой главе автором уделено описанию исследуемых водных объектов,

которые охарактеризованы с севера на юг, хотя логично бы было начинать с истоков р. Енисей и двигаться на север, ведь именно вниз по течению реки происходят все изменения в составе и обилии водорослей, зависящие от многих природных факторов, которые постепенно изменяются от верховьев к нижним участкам. Но автор посчитала нужным дать физико-географическую и физико-химическую характеристику водным объектам в обратном направлении. В целом, автору удалось собрать достаточный материал для данного раздела, который позволяет составить взвешенное представление об особенностях региона и его водоемов.

Третья глава представляет собой описание материалов и методов исследования. Автором отобрано и обработано значительное количество натурального материала (284 водные пробы), дающего вполне полное представление о чешуйчатых хризофитовых водорослях изученных водных объектов. Исследовали как качественный состав, так и количество фитопланктона и хризофитовых водорослей в том числе. Пробы просматривали как в световой, так и электронные (СЭМ и ТЭМ) микроскопы, что является особенно важной составляющей данной работы. Большое количество микрофотографий чешуек и шипов хризофитовых водорослей пополнило мировую базу данных по чешуйчатым хризофитовым водорослям. Для определения водорослей автором были использованы классические определители и многочисленные современные сводки и статьи, что является несомненным положительным фактором в флористических работах, так как таксономические системы постоянно изменяются в связи с получением новых данных.

В четвертой главе приведен общий очерк флоры чешуйчатых хризофитовых в разнотипных водоемах Восточной Сибири. В первую очередь произведена оценка таксономического разнообразия выявленных чешуйчатых хризофитовых водорослей. Автором по литературным данным и оригинальным исследованиям в результате ревизии и инвентаризации выявлено 90 видов, 5 разновидностей и 3 формы чешуйчатых хризофитовых

водорослей. Стоит отметить, что только 30 видов, 3 разновидности и 3 формы были обнаружены ранее другими исследователями, а 57 видов и 5 разновидностей были дополнены автором данного исследования. При этом в охваченном районе обнаружено всего 85 видов, 4 разновидности и 4 формы. Тут возникает небольшой вопрос с цифрами – 30 и 57 это 87, а выявлено 90? Подсчет выявленных видов в работах требует всегда внимательности и точности от соискателя. Но следует заметить, что обнаружить все виды микроскопических обитателей практически невозможно и, вероятно, через несколько лет – это список может быть уже изменен. Особенно заслуживают внимания новые для региона и России виды, которых при данном исследовании было обнаружено 17 видов и 2 разновидности, что немало для такой группы, как чешуйчатые хризофитовые водоросли, и может свидетельствовать о тщательности проведенных автором исследований.

Далее в главе последовательно рассмотрен видовой состав чешуйчатых хризофитовых для всех исследованных водоемов, расположенных с севера на юг, начиная от прибрежной части Карского моря, Енисейского залива и нижней части р. Енисей и заканчивая оз. Байкал с приустьевыми участками рек Баргузин и Селенга в дополнении с малыми озерами бассейна Нижнего Енисея и озерами Лабынкыр и Ворота в верхнем течении р. Индигирки. Для нижнего течения р. Енисей и Енисейского залива и прибрежной части Карского моря был обследован фитопланктон в целом и оценено влияние солености на состав чешуйчатых хризофитовых водорослей в этом районе. Автором было отмечено, что соленость в зоне смешения речных и морских вод ограничивает развитие большого числа видов чешуйчатых хризофитовых, но есть виды, которые индифферентны к данному фактору среды. По литературным данным и результатам собственных исследований автор выделил четыре таких вида. Кроме того, в целом для фитопланктона приводится распределение вдоль по станциям его общей численности и биомассы. К сожалению, на рис. 17 не понятно доминирующие и субдоминирующие виды по численности или биомассе представлены (нет

подписи на оси)? По литературным и оригинальным данным автор проанализировала изменение в составе доминирующих видов в фитопланктоне нижней части р. Енисей за последние почти 100 лет.

Для малых озер бассейна Нижнего Енисея охарактеризован состав чешуйчатых хризофитовых. Автором предпринята попытка выявления влияния гидрохимических параметров на видовое разнообразие и обилие чешуйчатых хризофитовых. Автор отмечает, что разнообразие этих видов зависит как от количества кремния и общей минерализации, так и от уровня развития цианобактерий. Интересно, что результаты этого анализа представлены в виде тепловой карты коэффициентов корреляции, что является хорошей иллюстрацией и украшением данной работы. В целом по данной части главы работы автор делает вывод, что чешуйчатые хризофитовые играют важную роль в арктических водоемах. Кроме широко распространенных приводится список редких видов, что особенно ценно в подобных исследованиях.

В озерах Лабынкыр и Ворота, одних из самых холодноводных и труднодоступных в мире, кроме характеристики видового состава чешуйчатых хризофитовых были представлены особенности их морфологии. Морфологические особенности для представителей данной группы водорослей приведены и для Богучанского водохранилища, оз. Байкал, устья р. Баргузин и некоторых протоков дельты р. Селенги. Кроме того, автором выявлены особенности распространения чешуйчатых хризофитовых в устье р. Баргузин и протоках р. Селенги и оценено их влияние на видовой состав хризофитов в оз. Байкал. Автор делает вывод, что большая часть видов, принесенная этими притоками в озеро, в самом водоеме не развивается. Весь материал автором хорошо проиллюстрирован многочисленными микрофотографиями, сделанными на СЭМ и ТЭМ. Кроме того, одним из важных является вывод автора о том, что оз. Байкал и прилегающие к нему водоемы и водотоки имеют богатую флору чешуйчатых хризофитовых водорослей и являются «горячей точкой» («hot spot») разнообразия данной

группы золотистых водорослей наряду с тремя подобными районами в мире, расположенными в Большеземельской тундре, Финляндии и Аквитании (Франция).

Автор завершает четвертую главу обобщающим разделом, в котором произведен анализ флоры чешуйчатых хризофитовых водорослей в исследованных водоемах Восточной Сибири. По выводам автора виды р. *Spiniferomonas* являются постоянным компонентом исследованных водоемов Восточной Сибири и развиваются они в основном в летний и осенний периоды, в отличие от видов р. *Synura*, которые определенной сезонной приуроченности в развитии не проявляют. Большое внимание уделено автором описанию редких и новых для России видов чешуйчатых хризофитовых водорослей, которые были выявлены практически в каждом исследованном водоеме ввиду применения современных методов исследования, а именно электронной микроскопии. Не остались без внимания и широко распространенные виды, к которым относятся виды родов *Chrysophaerella*, *Mallomonas*, *Synura* и *Spiniferomonas*. Несомненный интерес представляет то, что в результате проведенного исследования автору удалось расширить аутоэкологию 33 видов и внутривидовых таксонов, что в дальнейшем может быть использовано в различных целях, особенно при мониторинге и палеореконструкциях. Вне сомнений, данный раздел в четвертой главе можно рассматривать, как квинтэссенцию проведенного исследования.

Работа завершается заключением с семью взвешенными выводами, которые соответствуют поставленным задачам и содержанию диссертации.

Несомненным достоинством рассматриваемой работы является приведенный в Приложении А список чешуйчатых хризофитовых водорослей, обнаруженных в исследованных водоемах с указанием местообитания, а в Приложении Б - список видов, у которых была расширена аутоэкология с указанием рН и температуры, при которых они развивались. Именно эта информация представляет для исследователей

значительный интерес при изучении экологии и ареала распространения водорослей.


Имеется ряд технических замечаний. Так, вызывает недоумение использования в тексте ссылок с указанием на конкретные источники и неопределенные под названием «и др.». То есть, если вы захотите обратиться к какому-нибудь факту, о котором идет упоминание в тексте и который автор использует для своей аргументации, то не все ссылки вы можете обнаружить в списке литературы, потому они просто названы «др.». А в списке использованной литературы, напротив, есть источники, на которые нет ссылок в тексте. И таких источников около 20, т.е. это те, которые в тексте, наверное, названы, как «и др.». Вероятно, в подобных работах все же следует делать конкретные ссылки на источники. В остальном список литературы и диссертация представлены корректно и по тексту практически нет орфографических ошибок и ошибок в пунктуации.

Автореферат диссертации соответствует её содержанию. Материалы диссертационной работы изложены в многочисленных опубликованных автором работах – отечественных и зарубежных журналах, монографии, в сборниках материалов конференции и научно-популярном издании. Всего 16 публикаций. Такая высокая публикационная активность автора является апробацией полученных данных и подтверждением их правильности и актуальности.

В целом, проведенное автором исследование и собранный материал, уровень его анализа, логичность и правильность обсуждений и выводов вне всякого сомнения сделаны на высоком научном уровне и представляют большой интерес в области накопления сведений о флоре чешуйчатых хризофитовых водорослей, аутоэкологии некоторых видов в водоемах из пока еще малоизученных и труднодоступных районов Восточной Сибири. Новизна исследования, обоснованность полученных результатов и выводов, основанных на достоверной идентификации полученных образцов чешуйчатых хризофитовых водорослей, внушительная апробация


результатов и запечатление основных положений работы в 16 публикациях, три из которых рекомендованы ВАК РФ, свидетельствуют о зрелости и законченности проведенного исследования. Все это дает основание заключить, что диссертационная работа “Чешуйчатые хризофитовые в разнотипных водоемах Восточной Сибири” выполнена в соответствии с п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор – Анна Юрьевна Бессудова – заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.01 – ботаника.

Старший научный сотрудник
Лаборатории водной экологии
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института водных и экологических проблем СО РАН,
656038, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1,
кандидат биологических наук
+7(3852)364681, emit@iwep.ru

 Митрофанова Елена Юрьевна
06.08.2018 г.

Подпись Е.Ю. Митрофановой заверяю
Заместитель директора по научной работе
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института водных и экологических проблем СО РАН,
656038, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1,
Доктор технических наук,
+7(3852)666462, gan@iwep.ru



 Романов Андрей Николаевич
06.08.2018 г.