

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Беляевой Полины Геннадьевны  
«СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ АЛЬГОЦЕНОЗОВ  
ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПЕРМСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ», представленной на соискание ученой  
степени доктора биологических наук по специальности 1.5.16 – Гидробиология

Работа П.Г. Беляевой посвящена выявлению закономерностей структурной организации и функционирования альгоценозов водных экосистем Пермского Предуралья под влиянием природных и антропогенных факторов, что относится как к фундаментальным задачам водной экологии, так имеет и важное прикладное значение. Водоросли, как известно, определяют состояние водных экосистем ввиду их способности синтезировать первичное органическое вещество. Находясь в основании пищевой пирамиды и будучи фототрофными организмами, сообщества водорослей, а именно фитопланктон, фитоперифитон и фитобентос, являются ценозообразующими как в природных, так и антропогенно трансформированных экосистемах. Индикационная роль водорослей имеют большое значение при мониторинге водных экосистем, особенно находящихся под угрозой или уже подвергшихся значительному антропогенному воздействию, а также для прогнозирования состояния водных объектов и выработки рекомендаций по сохранению и нормальному функционированию природных комплексов в них. По мнению автора и других исследователей при разработке системы биоиндикации и классификации водных биоценозов важно различать естественную пространственную мозаичность структуры индикаторных сообществ, и их флуктуации при возрастающем значении антропогенных факторов. Выявление особенностей состава и степени антропогенной трансформации различных альгоценозов автором реализовано на территории Пермского Предуралья – уникальной территории Урала, расположенной на восточной окраине Русской равнины и западном склоне Среднего и Северного Урала, с высоким разнообразием физико-географических условий и высокой обеспеченностью водными ресурсами, а также наличием в данном регионе разнотипных водных объектов, подверженных разной степени антропогенного воздействия из-за существенного влияния сточных вод многочисленных предприятий добывающей и перерабатывающей промышленности. Кроме того, до настоящего времени сведения об альгофлоре водных объектов региона все еще немногочисленны и фрагментарны, а альгоценозы обрастаний каменистых субстратов и макрофитов до сих пор и не исследованы. На современном этапе стоит учитывать и глобальные климатические изменения, которым подвержена и территория Предуралья, как и другие регионы Земли. Поэтому автором справедливо отмечена необходимость изучения трансформации альгоценозов разнотипных водных объектов региона при совместном влиянии климата и комплекса антропогенных факторов с оценкой роли автотрофов в формировании качества водной среды.

П.Г. Беляевой впервые проведено системное изучение альгофлоры планктона и перифитона разнотипных водных объектов на большой территории Пермского Предуралья, составлен аннотированный список водорослей, включающий 638 видов разновидностей и форм с информацией об их встречаемости и эколого-географических характеристиках. При этом для данного региона впервые идентифицировано 368 таксонов, а в планктоне Камского и Воткинского водохранилищ выявлено 8 инвазийных видов водорослей. Исследования автор проводил на протяжении 25 лет на 26 разнотипных водных объектах территории Предуралья – предгорные реки, два водохранилища, пруды, малые водотоки, озеро, техногенные водоемы на территории полигона твердых бытовых отходов, инфильтрационные рассолы и рапа терриконика, ручей, сероводородный источник, излив подземных вод. В основном все эти водные объекты были изучены автором преимущественно в августе–сентябре, сезонная динамика была исследована в отдельные годы с мая по октябрь на 15 водных объектах и круглогодично на р. Сылве в 1998–1999 и 2000–2001 гг.

Большое внимание автором уделено изучению альго-бактериальных сообществ предгорной реки, результаты анализа генов 16S рРНК которых позволили расширить представления о составе обрастаний каменистых субстратов и выявить преобладание протеобактерий, состоящих из пурпурных несерных бактерий, представителей порядка Nostocales и пеннатных шовных диатомовых водорослей; а также представителей родов

*Nodosilinea*, *Pleurocapsa* и *Cyanobium*, которые являются новыми для состава цианопрокариот эпилимниона р. Сытва. Вызывает уважение сходимость результатов выявления видов и групп при традиционных альгологических методах исследования и современных генетических, что может свидетельствовать о высокой квалификации автора в исследовании и идентификации водорослей.

Автором проведены многолетние сезонные наблюдения состава и структуры альгоценозов планктона и обрастаний предгорных и малых рек, прудов и вод с экстремальными условиями под влиянием природных и антропогенных факторов и выявлены закономерности пространственно-временных изменений в них. Уточнены и дополнены данные о структурной организации фитопланктона Камского и Воткинского водохранилищ при эвтрофировании водоемов и изменении климата. Установлено, что повышение температуры приводит к увеличению биомассы и численности планктона в водохранилищах и перифитона в предгорных реках. Получены первые данные о содержании растительных пигментов и их связи с биомассой планктона и перифитона в разнотипных водных объектах региона. Впервые исследованы продуктивность и биологическая азотфиксация альго-бактериальных сообществ водных экосистем Пермского Предуралья с оценкой роли перифитона и планктона в этих процессах.

Полученные результаты вносят существенный вклад в изучение закономерностей формирования биоразнообразия и структурно-функциональной организации планктонных и перифитонных альгоценозов разнотипных водных объектов под влиянием природных и антропогенных факторов; служат дополнением к развитию теории олиготрофно-эвтрофной сукцессии; являются необходимыми для оценки трансформации структуры альгоценозов и их количественного развития при антропогенном воздействии в условиях климатических изменений, а аннотированный список водорослей может послужить основой для составления региональной флористической сводки планктона и перифитона водных экосистем Пермского Предуралья. Количественный анализ структурных показателей альгоценозов и содержания растительных пигментов могут быть использованы для оценки трофического статуса и экологического состояния исследованных водных объектов. Материалы работы могут найти применение в оценке продуктивности альгоценозов и прогноза ее изменений; оценке роли альго-бактериальных сообществ в процессах самоочищения вод; при разработке мероприятий по сохранению и восстановлению водных объектов при определяющем значении антропогенного фактора. Результаты исследований фитопланктона Камского и Воткинского водохранилищ вошли в научные отчеты по оценке кормовой базы рыб, состоянию запасов водных биологических ресурсов и могут быть использованы при составлении рекомендаций по рациональному водопользованию для других регионов.

Одним из достоинств работы П.Г. Беляевой является большое разнообразие исследованных водных объектов территории Предуралья (!), различных сообществ в них (планктон и перифитон) и различных характеристик (не только состав и обилие, но и пигментные характеристики водорослей, анализ генов 16S рРНК), что позволило автору выявить общие закономерности, которые в дальнейшем могут быть использованы другими исследователями. В качестве пожеланий хотелось бы пожелать автору большего сравнения исследованных водоемов и водотоков с подобными, но ненарушенными водными объектами. Мелкие неточности в оформлении работы (например, на рис. 10 отсутствует обозначение графиков (где фитопланктон, а где перифитон? только в тексте можно найти объяснение, хотя каждый рисунок должен быть самодостаточным) не влияют на очень хорошее впечатление от представленного исследования.

Результаты представлены в 65 научных работах, 20 из которых – в журналах из перечня, рекомендованного ВАК РФ, в том числе 8 – в изданиях, включенных в международные наукометрические базы данных (Web of Science и Scopus). Материалы диссертации были представлены на многочисленных форумах, включая международные и всероссийские конференции и симпозиумы.

Изложение результатов работы в автореферате представлено очень подробно хорошим научным языком, в доступной форме, хорошо проиллюстрировано графиками, фотографиями, что свидетельствует о высокой квалификации П.Г. Беляевой, владении автором современными методами исследования, высокой научной эрудиции и способности к постановке и реализации

крупных научных задач. В целом, работа представляет большой научный и практический интерес, автореферат диссертации соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям (пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.), а её автор, Полина Геннадьевна Беляева, заслуживает присуждения учёной степени доктора биологических наук по специальности 1.5.16 – гидробиология.

Проф., д.б.н., г.н.с. Лаб. биогеохимии  
ИВЭП СО РАН, д.б.н.

Ю.Б. Кирста

К.б.н., в.н.с. Лаб. гидробиологии ИВЭП СО РАН

Е.Ю. Митрофанова

Подписи Кирсты Ю.Б. и Митрофановой Е.Ю. заверяю  
Начальник отдела кадров ИВЭП СО РАН

А.И. Казанцева

*Кирста Юрий Богданович, доктор биологических наук, проф., г.н.с. лаборатории биогеохимии Федерального государственного бюджетного учреждения Институт водных и экологических проблем СО РАН, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1, 8(3852)364681, [kirsta@iwep.ru](mailto:kirsta@iwep.ru)*

*Митрофанова Елена Юрьевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории гидробиологии Федерального государственного бюджетного учреждения Институт водных и экологических проблем СО РАН, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1, 8(3852)364681, [emit@iwep.ru](mailto:emit@iwep.ru)*

3.11.2022 г.

