



УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук (ИПЭЭ РАН)
 Дмитрий Сергеевич Павлов

« 12 » 03 2015

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Дроботова Антона Владимировича «Пространственная структура и несинхронные вертикальные миграции зоопланктона в стратифицированном меромиктическом озере», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности: 03.02.10 – Гидробиология

Диссертация посвящена исследованию механизмов формирования вертикального распределения в результате миграций зоопланктона в условиях температурной и пищевой стратификации водной толщи. Вертикальное распределение зоопланктона оказывает огромное влияние на биотические отношения в водных экосистемах, однако, несмотря на довольно большое число исследований, в этой области остается множество невыясненных вопросов. Например, остается неясной относительная роль биологических и физико-химических факторов в вертикальных миграциях, важность несинхронных миграций в процессе формирования вертикального распределения, не изучены стимулы миграций ракообразных на биохимическом уровне. Автор данной диссертационной работы исследовал вертикальные миграции зоопланктона на примере стратифицированного меромиктического озера, в котором могут формироваться несколько изолированных зон обитания, что придает уникальный характер данному исследованию. По нашему мнению результаты диссертации представляют как теоретический интерес, т.к. в ней рассматривается связь одной из форм гетерогенности среды с уровнем биоразнообразия, так и практический интерес в связи с необходимостью получения оценок состояния экосистем.

В работе получены новые данные о механизмах несинхронных вертикальных миграций зоопланктона. Автором показано, что несинхронные вертикальные миграции зоопланктона связаны с индивидуальными различиями особей в популяциях по своему биохимическому составу, что может приводить к разным формам поведения особей. Автор для достижения целей работы совмещал экологические методы работы и биохимический анализ стехиометрических соотношений C:N:P и содержание жирных кислот в теле ракообразных, что, несомненно, является большим достоинством настоящей работы.

Основная цель работы заключалась в изучении факторов, определяющих формирование пространственной структуры в результате вертикальных миграций зоопланктона в условиях температурной и пищевой стратификации водной толщи. Особое внимание автором было уделено изучению несинхронных вертикальных миграций. Для решения поставленной цели автором было поставлено пять задач, включающих оценку влияния температуры и обилия пищи на вертикальное распределение ракообразных, исследование роли биохимического состава тела ракообразных в вертикальных миграциях, изучение вертикального распределения ракообразных в меромиктическом озере. Диссертация содержит объемный фактический материал, собранный лично автором.

Диссертация состоит из Введения, шести глав, Заключения, выводов и Списка литературы. Объем работы составляет 135 стр., включающего 36 иллюстраций и 15 таблиц. Список литературы состоит из 128 источников, из них 90 на английском языке.

Во Введении автор отмечает актуальность проведения исследований по изучению вертикального распределения зоопланктона, отмечает неизученные аспекты таких исследований и ставит цели и задачи работы. Во Введении автором отмечена новизна полученных результатов, показано теоретическое и практическое значение работы и вынесено три основных положения для защиты. Заканчивает Введение автор благодарностями.

Глава 1 посвящена Обзору литературы. Автор достаточно подробно описывает разные типы вертикальных миграций. Особое внимание уделено факторам, влияющим на вертикальные миграции зоопланктона. Анализируя литературу, автор отмечает, что на данном этапе научного развития следует обращать внимание на вертикальные перемещения не популяций в целом, что довольно хорошо изучено, а на перемещения

отдельных особей, т.е. использовать организменный подход. Автор делает вывод, что организменный уровень исследования позволяет перейти к изучению причинно следственных связей, способствующих миграциям животных, тогда как популяционный подход позволяет установить только гипотетические связи в системе, тем самым обосновывая важность выбранных автором задач исследования. Отдельный подраздел обзора литературы посвящен критическому анализу методов изучения пространственного распределения зоопланктона. На основе подробного анализа всех существующих методов изучения вертикального распределения зоопланктона автор обосновывает выбор методов для своего исследования.

В **Главе 2** (Материалы, методы и объекты исследования) автор дает подробную характеристику оз. Шира, подробно описывает физико-химические показатели и биоту, что важно для экологических исследований. Автором исчерпывающе описаны методы проведения лабораторных и полевых исследований вертикальной структуры и индивидуальных миграций гидробионтов. Поскольку автор поставил задачу исследования индивидуальных вертикальных миграций, то требовалось разработать оригинальные методы регистрации индивидуальных миграций в лабораторных и полевых условиях. В этой части работы автор проявил изобретательность, которая позволила сконструировать целый арсенал технических средств, позволяющих отслеживать индивидуальные миграции животных. Эта часть работы хорошо проиллюстрирована и удивляет масштабностью исследований с применением большого набора традиционных и оригинальных методов исследований, включая и биохимический анализ. Не уступают в разнообразии и статистические методы анализа. Все выше изложенное свидетельствует о тщательной подготовке методической базы для проведения исследований.

Глава 3 посвящена лабораторным исследованиям вертикальной структуры и индивидуальных миграций гидробионтов с использованием мезокосмов. Опыты проводились на одном виде веслоногих ракообразных *Arctodiaptomus salinus*, который доминирует в исследуемом оз. Шира. Показано, что вертикальное распределение меняется в зависимости от наличия температурной стратификации и концентрации корма. Заслугой автора было получение стратифицированного распределения рачков с максимумом в зоне металимниона, что подтверждает влияние температуры на вертикальное распределение ракообразных. Интерес вызывают хитроумные опыты с изучением несинхронных миграций. Несмотря на то, что мезокосмы были только 1 м

высотой, что несопоставимо с размерами изучаемого озера, опыты показывали, что несинхронные миграции возможны. Однако, данный вывод все же остается на уровне гипотезы, т.к. миграции в небольшом мезокозме могли быть вызваны просто случайными перемещениями ракообразных вследствие двигательной активности, т.к. трубчатый мезакозм не позволял им двигаться ни в каком другом направлении, кроме как вверх или вниз, или они могли быть вызваны простым эффектом плотности. Тем не менее автор имел право предположить, что наблюдаемые в лабораторных условиях перемещения могут иметь место и в природных условиях.

В **Главе 4** представлен анализ вертикальной структуры зоопланктона в озере Шира по данным мониторинга 2007 – 2011 гг. Представленный материал хорошо проиллюстрирован. Показана динамика вертикального распределения хлорофилла «а», взвешенного органического углерода, динамика вертикального распределения численности разных возрастных стадий за пять лет. Сделан вывод о том, что основным фактором, определяющим вертикальное распределение *A. salinus* в озере Шира (87,7% вариаций), выступает температура. Не оставляет сомнения, что автор собрал достаточно внушительный объем материала, однако, представляется логичнее мониторинговые наблюдения за вертикальным распределением *A. salinus* в оз. Шира располагать в начале работы перед главой с лабораторными экспериментами, т.к. результаты экспериментов, представленные в начале работы (Глава 3) должны быть направлены на объяснение наблюдаемого распределения рачков в природе. К сожалению, такой план изложения увел автора от возможности объяснения наблюдаемого в озере вертикального распределения ракообразных с помощью полученных экспериментальных данных в лабораторных условиях.

Глава 5 включает описание большого числа экспериментов и анализов, отличительной особенностью которых была работа с оригинальной методикой, называемой автором «выделенные объемы» непосредственно в озере. В этой главе автор описывает результаты опытов по изучению влияния *A. salinus* на вертикальное распределение фитопланктона; опыты по влиянию *Gammarus lacustris* на вертикальное распределение *A. salinus*; приводит оценки интенсивности индивидуальных миграций разных возрастных групп; а также самцов и самок *A. salinus*, проводит сравнение содержания С, N, P и жирных кислот в биомассе мигрирующих и немигрирующих группах *A. salinus* в эпи- и гипolimнионе озера Шира. Материал оказался большим и недостаточно четко изложенным. Непонятно, например, сколько было повторностей в

разных опытах. Термин «зоопланктон» видимо использовался как синоним *A. salinus*, тем не менее, в природной среде помимо данного вида присутствовали и другие представители зоопланктона, вклад которых в изменения концентрации фитопланктона тоже мог быть существенным. Непонятно почему условия питания в гипolimнионе были лучшими, хотя выше было указано, что скопление фитопланктона находится в металимнионе. Скорее всего, причиной отмеченной нечеткости в изложении результатов было желание уместить огромное количество материала в ограниченный объем текста, что не всегда правильно.

В **Главе 6** приведены данные по вертикальному распределению *G. lacustris* в оз. Шира. Применена оригинальная методика видеонаблюдений при подсчете численности *G. lacustris* на разных глубинах. Хотя и непонятно имеет ли данная методика преимущества над традиционным методом, т.к. охват поля зрения небольшой при съемке, развитие и применение новых технологий безусловно приветствуется. Автор проанализировал вертикальное распределение целого ряда параметров, таких как температура, соленость, концентрация растворенного кислорода, содержание углерода, азота и фосфора в сестоне. На основе анализа в том числе и этих данных делается вывод, что местоположение пика численности *G. lacustris* определяется температурой.

В **Заключении** автор повторяет основные наиболее значимые результаты работы. **Выводы** работы соответствуют поставленным задачам исследования.

Положительной стороной работы является то, что автор масштабно подошел к решению своей основной задачи, а именно изучению факторов, определяющих вертикальное распределение представителей ракообразных и механизмов вертикальных миграций. Автор рассмотрел и проанализировал максимально возможное количество параметров, которые могли влиять на перемещения животных. При этом был применен обширный арсенал методов исследования как традиционных, так и оригинальных. Все это позволило разобраться в природе вертикальных миграций ракообразных в оз. Шира и внести существенный вклад в исследование проблемы пространственной структуры зоопланктона в целом.

Недостатком работы является убежденность автора в том, что все перемещения ракообразных вызваны поиском цели, т.е. определяются факторами среды. Например, см. стр. 1 15 (три строки снизу «Вероятно, что *G. lacustris* выбирает место с оптимальным сочетанием нескольких факторов: оптимальная температура, высокий

уровень растворенного кислорода и высокая концентрация сестона.»). Все экологические процессы имеют и стохастическую природу. Может быть животные в опытных трубах например двигались просто случайно вверх или вниз, т.к. никаких других вариантов движения у них не было. В тексте диссертации присутствуют опечатки.

Текст автореферата отражает основные результаты и выводы диссертационной работы, материалы диссертации опубликованы в четырех статьях в журналах, рекомендованных ВАК, и доложены на 7 российских и международных конференциях.

Резюмируя изложенное можно сделать вывод о том, что А.В. Дроботовым проведена очень большая работа по изучению миграций и вертикального распределения двух представителей ракообразных в оз. Шира, предложены оригинальные подходы и методы исследования, сделаны обоснованные выводы о факторах, влияющих на миграции ракообразных. Все это позволяет прийти к заключению, что диссертационная работа «Пространственная структура и несинхронные вертикальные миграции зоопланктона в стратифицированном меромиктическом озере» представляет собой законченное фундаментальное исследование, которое соответствует требованиям п. 9 «Положение о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, принятом Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013г № 842, а ее автор Дроботов Антон Владимирович заслуживает присвоение ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.10 – Гидробиология.

Отзыв рассмотрен на коллоквиуме лаборатории экологии водных сообществ и инвазий Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук (ИПЭЭ РАН), 11 марта 2015 г., протокол № 15/1.

Отзыв составлен старшим научным сотрудником Научного совета по гидробиологии и ихтиологии Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, кандидатом биологических наук Ириной Юрьевной Феневой.

канд.биол.наук. Ирина Юрьевна Фенева

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН. 119071, Москва, Ленинский проспект, д. 33. тел. (495) 954-75-53; факс (495) 954-55-34; admin@sevin.ru