

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертацию

Цурикова Сергея Михайловича

### **«Структура трофических ниш ключевых групп почвенных сапрофагов тропического муссонного леса»,**

представленную на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальностям 03.02.05 – энтомология и 03.02.08 – экология

Представленная к защите диссертация представляет большой интерес.

Листопадные и полулистопадные тропические леса относятся к одним из самых уязвимых биомов планеты и уже многие тысячелетия подвергаются интенсивному воздействию хозяйственной деятельности человека. Вместе с тем, хорошо известно, насколько велика роль лесных экосистем, как регуляторов газового состава атмосферы и гидрорежима почв нашей планеты. Уничтожение и деградация лесов, прежде всего тропического пояса рассматриваются как один из факторов неблагоприятных климатических изменений в отдельных регионах Земли и учащения таких катастрофических явлений, как засухи. Восстановление деградированных территорий, их почвенного покрова и всего комплекса населяющих почвы организмов оказывается не простой задачей. До сих пор механизмы функционирования многовидовых биотических сообществ тропических регионов остаются для нас во многом загадкой. Именно поэтому, полученные автором результаты вносят существенный вклад в понимание данной проблемы.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 178 страницах машинописного текста, содержит 23 рисунка и 6 таблиц. Представлены все необходимые разделы: введение, обзор литературы, материалы и методы, три главы результатов с обсуждением, заключение, выводы, благодарности, список литературы. Список литературы насчитывает 417 наименований, 382 из которых на иностранном языке.

Во введении изложены актуальность работы, ее цель и задачи, отмечены научная новизна и практическая значимость.

В главе Обзор литературы приводится подробный обзор современных представлений о структуре детритных пищевых сетей, особенностях трофических ниш ключевых групп почвенных сапрофагов тропических лесов – термитов и панцирных клещей. Освещаются вопросы «избыточного» видообразия

почвенных сапрофагов, а также современные гипотезы, объясняющие причины высокого видового разнообразия почвенных беспозвоночных тропических регионов. Серьезное внимание уделено изотопному анализу, его возможностям в изучении детритных пищевых сетей, особенностям применения при изучении трофического статуса термитов и панцирных клещей. В целом, хочу подчеркнуть огромный объем проанализированной автором литературы по обсуждаемым направлениям, логичность и четкость изложения материала.

Глава Описание модельных площадок и основной метод исследования дает представление о районе исследования, его климатических, геоморфологических, геологических особенностях, приводится описание пробных площадок, методов исследования, а также представлен объем обработанного материала. В целом, в результате работы исследовано 35 видов термитов из 7 подсемейств 3 семейств и 21 вид орибатид из 12 семейств. Всего методом изотопного анализа проанализировано порядка 1000 образцов - 229 образцов термитов, 222 пробы орибатид и 554 образца потенциальных пищевых субстратов, почв и других образцов. Кроме того проводился анализ интенсивности метаногенеза и азотфиксации в кишечниках термитов. Полученные результаты обработаны с использованием современных пакетов математических и статистических программ.

В ходе знакомства с данной главой возник вопрос.

Для всех исследованных пробных площадок автор приводит краткое почвенно-растительное описание, в котором отмечает название площадки, ее координаты, характер растительности, название почвы и характер опада на поверхности почвы. Причем, автор указывает, что более подробные описания можно найти в работах отечественных коллег, в частности в работе Аничкина (2011), а также в работе Хохловой с соавторами (2017). Судя по описаниям автора на большинстве пробных площадок, независимо от почвообразующей породы формируются некие темно-суглинистые почвы. Должна внести ясность. При определении классификационного положения почвы используются среди прочих, характеристики цвета и гранулометрического состава почвы. Данные характеристики в названии почвы никогда не объединяются в одно словосочетание. Почва не может быть темно-суглинистая.

В работе Хохловой с соавторами Морфогенетические особенности почв национального парка Кат Тьен, Южный Вьетнам (2017) отмечается, что почвы парка четко делятся на почвы, формирующиеся на продуктах вулканизма и на

метаморфических сланцах. На продуктах вулканизма формируются бурые тропические маломощные глинистые почвы или Distric Skeletic Rhodic Cambisol (Clayic) по WRB. А также темноцветные глинистые или Skeletic Greyzemic Umbrisols (Clayic). На метаморфических сланцах формируются красно-желтые тропические маломощные слаборазвитые глинистые почвы (Dystric Regosol (Clayic) по WRB). Кроме того выделяются почвы на аллювиальных отложениях Fluvisols с контрастным гранулометрическим составом (супесчаные и среднесуглинистые). В работе Аничкина 2011 года также нет названия почв – темно-суглинистые. Таким образом, возникает вопрос к автору – откуда появилось такое название почв?

Далее в работе представлены три главы результатов и обсуждений.

В главе Трофическая структура термитов тропического муссонного леса подробно описаны результаты исследований «изотопной» трофической структуры сообщества термитов тропического леса. Результаты показали, что высшие термиты тропического леса (Termitidae) формируют четыре четко различающиеся трофические группы – мицетофаги, ксилофаги, гумифаги и лихенофаги. Представители каждой группы имеют характерный диапазон изотопного состава азота и углерода. Изотопный состав низших термитов предполагает, что они имеют отличный от высших термитов механизм усвоения субстрата. Широкий диапазон величин  $\delta^{13}\text{C}$  термитов может быть связан не только с освоением разных субстратов, но и с различной активностью процессов метаногенеза и ацетогенеза в кишечнике. Соответствие трофических групп высших термитов определенным подсемействам может указывать на то, что принцип «таксономической достаточности» в значительной степени приложим к термитам.

В отличие от высших термитов все низшие термиты по результатам работы оказались ксилофагами.

Далее идет глава Трофическая структура панцирных клещей тропического муссонного леса. Необходимо отметить, что для тропических орибатид, в отличие от термитов, до настоящего исследования не были известны особенности питания тех или иных видов. В связи с этим, для определения трофических групп клещей был применен разработанный автором с коллегами метод «реперных точек» (Тупнов et al. 2015). Метод основывается на том, что изотопный состав отражает трофический уровень организма и практически не зависит от его таксономического положения. Это значит, что возможно определить трофические группы орибатид путем сравнения с хорошо исследованными «реперными

группами», в данном случае, термитами и представителями хищной макрофауны. Было обнаружено, что основная часть исследованных орибатид имеет изотопный состав азота и углерода сходный с таковым у термитов-мицетофагов. Несколько видов представляли группу хищников/некрофагов. Кроме того, ряд видов орибатид был отнесен автором к альго/лихенофагам. Для орибатид было обнаружено, что изотопный состав разных видов орибатид из одного семейства, как правило, сходный. Такое постоянство трофических ниш позволило оценить устойчивость трофических ниш таксонов орибатид между разными регионами. Анализ собственного материала автора с опубликованными данными по смешанным и широколиственным лесам Европы, а также тропическим лесам Африки показал значительную устойчивость трофических ниш семейства орибатид. В разных сообществах и на разных субстратах таксономически близкие виды клещей занимают схожие трофические позиции.

В главе Сравнение структуры трофических ниш двух ключевых групп сапрофагов проведен сравнительный анализ полученных результатов, который показал, что диапазон «изотопных ниш» у термитов существенно шире, чем у орибатид. Что, по-видимому, отражает прогрессивную эволюцию данной группы насекомых. Обнаружено, что трофическая структура таксоцена термитов тропического леса обладает двумя главными, в некоторой степени, противоречивыми, особенностями. С одной стороны, потребляя мертвую растительную органику, они демонстрируют максимальную степень диверсификации ресурсов. И распределение большей части термитов хорошо соответствует классической теории сосуществования видов за счет разделения трофических ниш. Однако, с другой стороны, сосуществование термитов-мицетофагов трудно объяснить простым разделением экологических (в том числе трофических) ниш. По мнению автора, успешное сосуществование многих видов, обладающих очень сходным спектром пищевых объектов, жизненным циклом, приуроченностью к местообитаниям, размером и многими другими сходными характеристиками больше отвечает гипотезе нейтрального сосуществования близких видов (Hubbell 2001).

Нет сомнений, что широкое использование термитами относительно бедного и однородного субстрата, такого как растительная органика, стало возможным в первую очередь благодаря развитым мутуалистическим отношениям с кишечными микроорганизмами.

Панцирные клещи, по-видимому, не обладают столь широким арсеналом симбионтов для освоения растительного материала. В отличие от термитов, для орибатид характерен относительно узкий диапазон трофических ниш, и трофическая диверсификация выражена значительно слабее, причем она практически не отличается у клещей тропического леса и лесов умеренных широт, несмотря на значительные различия в доступности и разнообразии ресурсов.

Для меня остался неразрешенным вот какой вопрос – всё-таки пространственная неоднородность территории национального парка с точки зрения почвенного покрова (а значит доступных питательных ресурсов) как-то может влиять на соотношение трофических групп изученной почвенной фауны? Хотя, наверное, это вопрос будущих исследований в данной области.

Завершая анализ предоставленной к защите диссертационной работы должна отметить, что работа мне очень понравилась. Автор в совершенстве владеет материалом, работа прекрасно иллюстрирована. Полученные результаты, безусловно, расширяют наши представления об особенностях функционирования почвенных сообществ тропического региона, и не только.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальностей 03.02.05 – энтомология и 03.02.08 – экология (по биологическим наукам), а также критериям, определенным п.п. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Диссертационная работа оформлена согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационных советах Московского государственного университета.

Таким образом, соискатель Цуриков Сергей Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 03.02.05 – энтомология и 03.02.08 – экология.

Рахлеева Анна Алексеевна

кандидат биологических наук  
доцент кафедры географии почв  
факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова,  
кафедра географии почв  
Москва, Ленинские горы, д.1, стр.12  
8 495 939 36 52  
[a.rakhleeva@gmail.com](mailto:a.rakhleeva@gmail.com)