

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Елены Алексеевны Паженковой на тему: «Интегративный анализ сложных в таксономическом отношении групп нимфалоидных чешуекрылых (Lepidoptera, Nymphalidae)», представленную на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 1.5.14. Энтомология

Описание структуры современного биоразнообразия и выявление факторов, определяющих формирование этой структуры, – одна из фундаментальных проблем современной зоологии. В настоящее время для решения этой проблемы при изучении различных групп живых организмов применяют комплексный подход, включающий классические и более новые генетические описательные и сравнительные методы. Такой подход лежит в основе «интегративной таксономии» – современного бурно развивающегося направления, лежащего на стыке систематики, филогенетики и эволюционной генетики. Именно в рамках этого направления выполнены исследования, послужившие базой для написания представленной диссертации.

Работа Елены Алексеевны Паженковой посвящена делимитации видов и реконструкции эволюционных сценариев, реализующихся в нескольких модельных линиях бабочек-нимфалид. В качестве моделей были выбраны шашечницы (род *Melitaea*), брентисы (род *Brenthis*) и крупноглазки (род *Hyponephele*). Для постановки первичных таксономических гипотез диссертантом проводился анализ ДНК-баркодов (фрагментов митохондриального гена *cox1*). Полученные гипотезы тестировались на основе анализа комбинации маркерных митохондриальных и ядерных генов и морфологических признаков (в первую очередь признаков, описывающих строение полового аппарата). Также был проведен филогеномный анализ для подтверждения ретикулярной эволюции и межвидовой интрогрессии у шашечниц. Главные выводы, сделанные диссертантом, касаются статуса ряда видов и родовой структуры анализируемых модельных линий нимфалид, степени согласованности генетических и морфологических данных, оценке генетического полиморфизма и соотношения таких эволюционных феноменов как интрогрессия и изоляция в ходе эволюции чешуекрылых.

Выполненная Еленой Алексеевной Паженковой работа обладает рядом несомненных достоинств. Во-первых, она выполнена на оригинальном объемном материале, собранном в ходе экспедиций в географически разобщенных районах Евразии – от Поволжья и юга Сибири до Таджикистана, Монголии и Ирана. Во-вторых, разноплановые исходные данные (морфометрические данные и нуклеотидные последовательности) проанализированы адекватно подобранными современными методами, включая геометрическую морфометрию, кладистический анализ и методы молекулярной филогенетики и биоинформатики, что позволило провести независимое тестирование гипотез и прийти к научно обоснованным значимым выводам. В-третьих, все полученные Еленой Алексеевной результаты были опубликованы в высокорейтинговых международных журналах, а также представлены на разнообразных международных конференциях. И наконец, представленное в виде диссертации текстовое обобщение полученных Еленой Алексеевной результатов выстроено логично, написано ясным понятным языком и прекрасно иллюстрировано.

В качестве некоторых комментариев к диссертации можно отметить следующее. Во-первых, все представленные в диссертации анализы данных секвенирования маркерных генов были проведены исключительно на основе Байесова подхода, тогда как альтернативный и обычно проводящийся параллельно анализ Maximum Likelihood не упоминается вовсе. Поскольку диссертация фокусируется на проблеме конгруэнтности результатов аналитических процедур с разноплановыми данными, было бы уместно

провести сопоставление результатов анализов Bayes vs ML. Во-вторых, в тексте диссертации не раскрыта проблема выбора эволюционных моделей, на основе которых проводится реконструкция эволюции генетических последовательностей. Между тем, выбор модели, равно как и адекватность выравнивания нуклеотидных последовательностей, определяют все последующие результаты анализа. Кроме того, известно, что далеко не все современные модели имплементированы в программах, проводящих Байесов анализ, а сам байесов подход зачастую приводит к завышению оценок поддержки ветвей. В-третьих, диссертант утверждает, что лишь в ситуации совпадения топологий, полученных на основе анализа митохондриальных и ядерных генов, адекватно объединять гетерогенные данные в единую матрицу для анализа. Для более стройного обоснования этого утверждения в диссертации не хватает обсуждения так называемого «total evidence» подхода, подразумевающего интегративное извлечение филогенетически значимой информации как раз из разноплановых данных. Наконец, в разделе, посвященном филогеномике, сказано о выявленном случае ретикулярной эволюции. Такой вывод был получен в ходе анализа 27 геномов шашечниц, один из которых (Mel 11) оказался «промежуточным» и в пространстве главных компонент расположился между тремя кластерами, вобравшими в себя все остальные 26 образцов. Остается не очень ясна статистическая значимость такого результата: может ли этот единичный образец Mel 11 быть «случайным выбросом» (outlier)? Что было сделано для того, чтобы доказать, что это не так?

Приведенные выше комментарии и вопросы, ни в коей мере не умаляют значимости результатов диссертации, а лишь показывают, что данное исследование несомненно будет вызывать интерес у специалистов и способствовать плодотворным дискуссиям в научном сообществе, а также указывают на перспективы продолжения этой работы в целях совершенствования интегративной таксономии нимфалид. Более того, можно с уверенностью утверждать, что представленная работа задает весьма высокую новую планку для будущих работ энтомологов-систематиков и филогенетиков и по своему масштабу и глубине анализа соответствует лучшим образцам современных кандидатских диссертаций, посвященных проблеме реконструкции филогенеза различных групп насекомых.

Диссертация Елены Алексеевны Паженковой на тему: «Интегративный анализ сложных в таксономическом отношении групп нимфалоидных чешуекрылых (Lepidoptera, Nymphalidae)» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Елена Алексеевна Паженкова заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.14. Энтомология. Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Член диссертационного совета
д.б.н., в.н.с. ЗИН РАН

Ф.Е. Четвериков

10 января 2022 г.

