

## ОТЗЫВ

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

Диссертационная работа Паженковой Е.А. посвящена исследованию таксономических комплексов нимфалоидных чешуекрылых с применением интегративного подхода, сочетающего анализ морфологических и молекулярно-генетических (в том числе полногеномных) характеристик биологических видов. Объекты исследования – представители трех родов *Melitaea*, *Brenthis* и *Hyponerphele* семейства нимфалид – выбраны автором неслучайно. Учитывая относительно хорошую изученность семейства, все еще остаются вопросы, касающиеся таксономии, филогенетики и филогеографии отдельных видовых комплексов с учетом широкого распространения видов, полиморфизма и межвидовой гибридизации.

Приведенные во введении краткая характеристика работы, цель и задачи, положения, новизна, теоретическая и практическая значимость, в совокупности дают четкое представление об актуальности, объеме исследований и ценности полученных результатах. Число выносимых на защиту положений (6) для кандидатской диссертации все же кажется излишним – достаточно было сформулировать 3 обобщающих положения. Впечатляет объём проанализированного материала – количество бабочек, собранных из разных регионов России и нескольких стран зарубежья, многоплановость исследований и привлечение современных подходов к анализу данных. В связи с этим уточняющий вопрос: каков был личный вклад автора в сбор полевых материалов, камеральную обработку, молекулярно-генетические исследования, анализ данных и интерпретацию результатов, а также подготовку статей по теме диссертации?

В главе 1 приведен литературный обзор по теме исследований. Автором проанализированы многочисленные отечественные и зарубежные работы, прекрасно показано какими прогрессивными темпами идет развитие методов молекулярной генетики и подчеркнута их растущая востребованность при решении различных вопросов систематики и филогенетики. Дано понятие интегративной таксономии и приведены примеры использования этого современного направления в таксономии разных групп животных. Похвально, что при обзоре литературных источников автор сделал широкий охват – проанализировал работы как по беспозвоночным, так и позвоночным, хотя, здесь

ожидалось бы увидеть более углубленный анализ публикаций по интегративной таксономии именно насекомых, преимущественно чешуекрылых (число таких работ по *Lepidoptera* уверенно растет).

В главе 2 приведены результаты ДНК-баркодирования модельных представителей *Melitaea*, *Brenthis* и *Hyponephele* и поиска морфологических различий для интегративного анализа и объяснения надежности выделенных линий. Несколько удивил используемый порог при разграничении видов по их ДНК-баркодам в комплексе *Melitaea ala*. Автор пишет, что в линиях b1 и b2 был установлен более высокий уровень межвидовых различий (0,3–0,8%) (стр. 20). Указанный порог 0,8% при этом используется для заключения, что рассматриваемые линии являются одним видом. Автор обнаружил морфологические особенности в указанных линиях – разную степень выраженности окраски жилок и соответствующего паттерна на нижней стороне заднего крыла. Насколько этот признак был переменным в указанных группах? Надежен ли он при определении видов? Изучались ли генитальные структуры самцов и самок указанных линий?

Впечатлил большой географический охват при анализе разных признаков у представителей сложного комплекса видов *Melitaea didyma*. Ожидалось, что пространственная изоляция повлияет на переменность географически изолированных популяций – это было отлично продемонстрировано в работе.

В главе 3 приводятся результаты интегративного анализа на основе митохондриальных и ядерных маркеров, морфологических признаков и распространения отдельных представителей рода *Brenthis* и *Hyponephele*.

В разделе по *Brenthis* интересным видится обнаружение двух митохондриальных симпатричных линий в составе вида *B. daphne* с минимальной генетической дистанцией 0,7%, сопоставимой с межвидовой дистанцией при анализе с надежными видами *B. daphne* и *B. ino*. При анализе ядерных генов автор выявил несоответствия кластеризации видов по гену COI и ядерным генам. Действительно, такие разногласия могут быть следствием воздействия эндосимбионтов рода *Wolbachia* на геном хозяина. Очевидным было бы проверить присутствие *Wolbachia* в исследованных образцах *B. daphne* для снятия вопроса о вероятной новизне выявленных линий. Вместе с тем, понятно, что в рамках одной, и без того большой и многофакторной работы все учесть и провести все анализы невозможно.

В разделе по *Hyponephele lycaon* – *H. lupina* проведен комплексный таксономический анализ, учитывающий молекулярно-генетические характеристики (COI mtDNA и ядерные гены) и морфометрические величины генитальных структур самцов. Полученные результаты позволили автору диагностировать присутствие отдельного (потенциально

нового) вида с гаплогруппой L3 в комплексе *H. lycan*. В таблице 3 автор приводит средние величины *r*-дистанции между митохондриальными гаплогруппами комплекса *Hypionephele lycan* (%). Стоит отметить, что средние значения *r*-дистанций – малоинформативный показатель, т.к. он не дает представление о дисперсии данных. В таком случае указание минимальных и максимальных *r*-дистанций давало бы при чтении большее понимание и позволило бы любому сведущему читателю оценить баркодинговый “зазор” (barcoding gap) – разницу крайних значений – максимальной внутривидовой и минимальной межвидовой вариабельностей, которая позволяет делать предположения/выводы о самостоятельности таксона.

В главе 4 приведен анализ полных геномов отдельных видов рода *Melitaea* для уточнения их таксономической структуры и эволюции. В первом разделе главы изучение полных геномов четырех видов позволило выявить интрогрессию и предположить существование неполной репродуктивной изоляции между видами *M. didyma* и *M. acentra*. Результаты позволили сделать вывод о том, что регионы с высоким нуклеотидным разнообразием характеризуются и относительно высоким уровнем интрогрессии, а также подтвердить сценарий, предполагающий однонаправленный поток генов от *M. didyma* к *M. acentra*.

Во втором разделе главы автор заключает о видовой самостоятельности *Melitaea acentra*, *M. perse* и *M. didyma* на основе морфологических различий и репродуктивной изоляции. В третьем разделе анализируется время происхождения вида *M. acentra*.

В заключении автор подводит итог выполненной работы, согласно блокам исследований, и подчеркивает несомненную значимость анализа молекулярных данных всех уровней – от единичных маркеров до полных геномов – для решения разных вопросов современной таксономии.

В целом работа – ее планирование, реализация, анализ данных и обсуждение результатов, а также изложение – оставляет самое приятное впечатление. Серьезных замечаний к работе у меня нет. Особо хочу отметить прекрасную структуру диссертации, логичность материала, четкость формулировок и грамотность текста, а также качественный перевод диссертации на английский язык. При выполнении работы Елена Алексеевна руководствовалась современными методиками, что позволяет сравнивать результаты ее исследований с таковыми других авторов. Результаты работы, помимо несомненной фундаментальной значимости, имеют практическую ценность, учитывая природоохранное значение и эндемичность ряда исследованных видов нимфалид.

Результаты исследований прошли достойную апробацию: доложены Еленой Алексеевной на пяти международных конференциях и отражены в шести статьях в соавторстве в престижных рецензируемых журналах. Вне всяких сомнений Паженкова Е.А. – состоявшийся специалист, прекрасно владеющий темой, современными методами исследований и анализа данных.

Диссертация Паженковой Елены Алексеевны 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 Паженкова Елена Алексеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата наук по специальности 1.5.14. Энтомология. Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Член диссертационного совета

Доктор биологических наук,

ведущий научный сотрудник \_\_\_\_\_ Кириченко Наталья Ивановна

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» Обособленное подразделение Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук.

11 января 2022 г.



Подпись \_\_\_\_\_ Кириченко  
Зав. канцелярией \_\_\_\_\_