

## ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Щербакова Евгения Олеговича

на тему «Сравнительная и функциональная морфология полового аппарата самцов богомоллов (Insecta: Mantodea)»,

представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.14 Энтомология

Строение гениталий самцов и особенности их функционирования широко используются в качестве диагностических признаков на уровне триб, подсемейств и семейств в таксономических работах по разным группам насекомых. Отряд Богомолловых (Mantodea) в этом аспекте изучен недостаточно. Имеется лишь несколько работ, описывающих морфологию полового аппарата в масштабах всего отряда, и то лишь на примере нескольких видов. Практически отсутствуют работы, в которых сравнивалась бы надежность признаков гениталий и иных комплексов признаков для целей таксономии и реконструкции филогенеза богомоллов. Поэтому актуальность исследования Е.О. Щербакова не вызывает сомнений.

Диссертационная работа изложена на 304 страницах и состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов, списка литературы и 6 приложений. Список литературы содержит 215 источников, из которых 10 – на русском, а 205 – на иностранных языках.

Во введении (С. 4-14) обоснована актуальность работы, определены цели и задачи исследования, показаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, сформулированы выносимые на защиту положения, приведены сведения о личном вкладе автора и апробации работы, список публикаций автора по теме диссертации (12 статей, из которых 11 опубликованы в журналах из списка Web of Science и Scopus), а также сведения о структуре диссертации.

Глава 1 «Обзор литературы» изложена на 27 страницах и подразделена на три раздела. Автором критически проанализированы опубликованные ранее

литературные данные по терминологии, номенклатуре и функциональной морфологии гениталий самца богомолы и прослежены исторические изменения в классификации этого отряда.

Глава 2 «Морфология полового аппарата самцов Mantodea» (С. 42-145) подразделена на 5 разделов, каждый из которых включает несколько подразделов. Показано, что материалом для изучения гениталий и терминалий послужили 497 экземпляров 278 видов из 97 родов (из всех без исключения семейств мировой фауны богомолы), хранящихся в ведущих отечественных и зарубежных музеях, а также в коллекции автора. Диссертантом существенно модифицирована методика препарирования гениталий, что позволило стандартизировать терминологию отдельных структур и выявить 68 ранее неизвестных элементов. Изучение мышц богомолы впервые проведено с помощью компьютерной томографии. Автором разработана и предложена строгая типология формативных элементов, т.е. форм, которые принимают образующей половой аппарат разные области кутикулы. Установлена гомология структур гениталий самца в разных семействах богомолы. Показано, что фалломеры, карманы, протоки, склериты и мышцы являются наиболее надежно гомологизируемыми среди Mantodea элементами. Глава иллюстрирована 50 цветными рисунками, позволяющими читателю адекватно воспринять ее содержание.

Функции главных элементов гениталий самцов и их возможной связи с половым поведением и половым отбором детально разбираются в главе 3 «Функциональная морфология полового аппарата самцов Mantodea» (С. 146-174), которая иллюстрирована 5 фототаблицами. Сканирование на микротомографе NeoScan N80 (NeoScan) в ПИН РАН и на SkyScan 1272 (Bruker) в МГУ позволила впервые детально изучить положение и взаимодействие гениталий самца и самки обыкновенного богомола (*Mantis religiosa*) как в процессе подготовки к спариванию, так и во время копуляции. Особо отмечу, что диссертантом разработан новый метод фиксации насекомых, основанный на быстром обезглавливании и погружении пары в 95% этанол. При этом достигается мгновенное прекращение влияния головных ганглиев на брюшные ганглии, контролирующие копуляцию, и не происходит смещения частей гениталий

относительно друг друга. Автором в сети Интернет обнаружено 20 видеозаписей, на которых запечатлены копуляции представителей 16 родов из 6 семейств богомоллов. Анализ видеозаписей показал, что некоторые формативные элементы и несомые ими склериты гораздо являются более гибкими, чем можно было бы предположить по статичным препаратам. Сравнение функциональной морфологии полового аппарата самцов богомоллов и тараканов свидетельствует о том, что механизм вскрытия генитальной камеры и захвата яйцеклада у двух групп сходен, однако у обоих отрядов он достигается за счет разных элементов гениталий самца.

В главе 4 «Филогенетический анализ Mantodea по признакам полового аппарата самцов» (С. 175-211) диссертантом выделены пригодные для такого анализа признаки 143 таксонов из 31 семейства и большинства подсемейств богомоллов. Для построения кладограммы на основе признаков внешней морфологии (включая терминалии) был использован набор 107 признаков. Чтобы выявить наименее подверженные параллелизмам признаки, автором были определены индексы гомоплазии и синапоморфии для каждого признака в отдельности. Для расчета индексов использовалась программа PAUP. Результаты впервые проведенного филогенетического анализа отряда по 181 признакам гениталий показали, что в отличие от реконструкций на основе признаков внешней морфологии, результаты анализа на основе признаков гениталий во многом совпали с имеющимися реконструкциями на основе молекулярно-генетических данных, подтвердив монофилию большинства выделяемых ныне семейств. На основе полученных результатов диссертантом предложены некоторые изменения в надвидовой системе отряда Mantodea.

Глава 5 «Некоторые тенденции эволюции полового аппарата самцов Mantodea» изложена на 26 страницах. Автором впервые проведен анализ деревьев, полученных методом максимальной парсимонии, для реконструкции эволюции качественных признаков гениталий самцов богомоллов. При этом показано, что для целей реконструкции филогении признаки гениталий самцов информативнее признаков внешней морфологии, а целый ряд признаков гениталий являются уникальными синапоморфиями определенных таксонов

В Заключении диссертации излагаются итоги выполненного исследования, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

Завершают диссертационную работу О.Е. Щербакова Выводы (С. 240-241), Список литературы (С. 243-261) и шесть Приложений (С. 262-304).

Диссертация изложена ясным и понятным научным языком и читается на одном дыхании. В качестве замечаний отмечу следующее. Названия таблиц следует располагать перед таблицей, а не под ней; расшифровка употребляемых сокращений приводится под таблицей как «Примечания». Кроме того, в Приложении 3 (С. 277) некорректно продублировано семейство Toxoderidae.

Основным композиционным недостатком диссертационной работы считаю отсутствие главы «Материал и методы», содержание которой разбросано по отдельным главам. Отмечу, что диссертантом не только применены разнообразные программы для анализа полученных данных, но впервые использованы сканирование на микротомографе и видеозаписи копуляции богомоллов, а также разработаны или существенно модифицированы методы препарирования гениталий и фиксации насекомых при спаривании. А заключить эту главу можно было помещенным в приложение 4 Глоссарием (С. , что существенно облегчило бы восприятие читателем последующих глав.

Впрочем, отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы.

Диссертационная работа О.Е. Щербакова представляет собой законченное самостоятельное исследование. Выводы новы, обоснованы и соответствуют поставленным задачам и содержанию работы. Основные положения, вынесенные на защиту, достаточно полно отражены в публикациях автора по теме диссертации и подкреплены выводами. Автореферат адекватно отражает содержание работы.

Считаю, что диссертация Е.О. Щербакова отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.5.14 Энтомология (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 требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Щербаков Евгений Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.14 Энтомология.

Официальный оппонент:

Стороженко Сергей Юрьевич

доктор биологических наук, профессор

главный научный сотрудник лаборатории энтомологии

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии»  
Дальневосточного отделения Российской академии наук.

690022, г. Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, 159.

Телефон организации: +7 (423)2-310-410 (научно-организационный отдел)

Контактные данные:

Телефон: +7 (914)-6--86-914

Электронная почта: *storozhenko@biosoil.ru*

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена докторская диссертация: 03-00-09 – энтомология.

8 декабря 2023 г.

С.Ю. Стороженко