

***Яковлев Роман Викторович***

д-р биол. наук, директор

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

г. Тюмень, Тюменская область

***Шаповал Назар Анатольевич***

канд. биол. наук, старший научный сотрудник

ФГБУН «Зоологический институт Российской академии наук»

г. Санкт-Петербург

старший научный сотрудник

Институт экологической и сельскохозяйственной биологии (Х-БИО)

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

г. Тюмень, Тюменская область

***Шаповал Галина Николаевна***

лаборант-исследователь

ФГБУН «Зоологический институт Российской академии наук»

г. Санкт-Петербург

младший научный сотрудник

Институт экологической и сельскохозяйственной биологии (Х-БИО)

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

г. Тюмень, Тюменская область

***Алипанах Хелен***

куратор коллекций

Иранский исследовательский институт защиты растений

г. Тегеран, Исламская Республика Иран

***Найденов Артем Евгеньевич***

аспирант

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет»

г. Барнаул, Алтайский край

младший научный сотрудник

Институт экологической и сельскохозяйственной биологии (Х-БИО)

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

г. Тюмень, Тюменская область

**Павлова Полина Дмитриевна**

магистрант

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет»

г. Барнаул, Алтайский край

младший научный сотрудник

Институт экологической и сельскохозяйственной биологии (Х-БИО)

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

г. Тюмень, Тюменская область

DOI 10.31483/r-154808

## **ДРЕВОТОЧЦЫ (LEPIDOPTERA: COSSIDAE) БЛИЖНЕГО ВОСТОКА: СТЕПЕНЬ ИЗУЧЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Аннотация:** в статье рассматривается вопрос изученности хозяйственно важного семейства коссид или древоточцев (*Lepidoptera: Cossidae*) на территории Ближневосточного региона, сложные для анализа группы. Для региона известно около 200 таксонов видового ранга из четырех подсемейств (*Cossinae* – около 130 видов, *Catoptinae* – 10 видов, *Zeuzerinae* – 50 видов и *Mehariinae* – 10 видов). Особый акцент делается на перспективные направления исследований: молекулярно-генетический анализ, детальное изучение ареалов, ревизии таксономически сложных родов и т. д.

**Ключевые слова:** биоразнообразие, Иран, чешуекрылые, насекомые, энтомология.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №25-44-20043 «Древоточцы (*Lepidoptera, Cossidae*) Ближнего Востока: систематика, зоогеография и филогения важных вредителей сельского и лесного хозяйства и потенциально инвазивных видов», <https://rscf.ru/project/25-44-20043/>

На сегодняшний день фауна древоточцев Ближнего Востока насчитывает более 200 видов древоточцев из четырех подсемейств.

(а) Подсемейство Cossinae. Подсемейство Cossinae на Ближнем Востоке насчитывает порядка 130 видов (относящихся к примерно 50 родам) [2] и до сих пор полностью не ревизовано на видовом и родовом уровне. Отечественными и зарубежными авторами, в том числе первым автором настоящего сообщения, описано значительное число новых видов, ревизованы роды *Cossulus*, *Deserticossus*, *Holcocerus* и отдельные группы видов в составе родов подсемейства: *Dyspessa*, *Vartiania*, *Dervishiya*, *Cossus* и др [4; 5]. Однако большинство ревизий основано преимущественно на анализе морфологических признаков имаго. Для подсемейства, большинство родов которого характеризуется высокой степенью эндемизма и трофической специализации гусениц, никогда не выдвигалось гипотезы о филогенетических отношениях между видами, а система родов до сих пор строится главным образом, на основе строения гениталий самцов [3]. При этом, для ряда ближневосточных родов (*Vartiania*, *Dervishiya*, *Chinocossus*) характерно модифицированное строение эдеагуса и их положение в системе без проведения соответствующих молекулярно-генетических исследований не может быть установлено даже предположительно. Таким образом, большинство родов подсемейства требуют ревизии и молекулярно-филогенетического анализа для выяснения их положения в подсемействе и родственных связей.

(б) Подсемейство Catoptinae. Подсемейство Catoptinae представлено монотипическим родом *Catopta*, включающим около 20 видов, распространенных в различных регионах Палеарктики, в том числе и на Ближнем Востоке. Следует отметить, что виды рода *Catopta* весьма схожи морфологически и в большинстве случаев характеризуются изолированными и крайне небольшими, точечными ареалами, обитая преимущественно в горных регионах от Южного Ирана и Ирака до Северного Вьетнама. Учитывая морфологическое сходство и особенности распространения представителей подсемейства, таксономический состав Catoptinae нуждается в серьезной ревизии методами молекулярной генетики, а само подсемейство требует комплексного филогенетического анализа как для

выяснения родственных связей его представителей, так и для понимания положения подсемейства в системе Cossoidea.

(в) Подсемейство *Zeuzerinae* на Ближнем Востоке представлено более чем 50 видами (входящих в состав 15 родов). Для подсемейства до настоящего времени не было предложено гипотезы об эволюционных отношениях между родами и видами, которая бы основывалась на морфологических или молекулярно-филогенетических построениях; статус и видовые границы многих таксонов до сих пор не ясны. Следует отметить, что это группа имеет важное прикладное значение: трофическая специализация гусениц рода *Zeuzera* – широкая полифагия, представители рода являются вредителями сельского хозяйства, в частности, садоводства, и имеют серьёзный инвазивный потенциал. Так, некоторые виды *Zeuzera*, в XIX в. были завезены в Северную Америку, где успешно акклиматизировались. Ряд видов рода, относящихся к ближневосточной фауне, очень сложно идентифицируются внешне, например *Zeuzera nuristanensis*, *Z. multistrigata* и др. Во многих родах подсемейства (например, *Phragmacossia*, *Phragmataecia*, *Azygophleps* и др.) весьма ожидаемо обнаружение новых для науки, криптических видов. Единственное молекулярно-филогенетическое исследование [1], затрагивающее некоторые роды трибы *Zeuzerini*, было основано на изучении одного митохондриального гена COI. Его результатом стала филограмма с неразрешённой топологией в ключевых узлах. Таким образом, видовой состав и эволюционные связи между видами подсемейства до сих пор остаются неизвестными и требуют изучения.

(г) Подсемейство *Mehariinae* Большинство видов монотипического подсемейства *Mehariinae* (15 из 20 описанных) встречаются на Ближнем Востоке и в странах Магриба. Это мелкие чешуекрылые, которые крайне редко и неохотно летят на свет и поэтому представлены в коллекциях штучными экземплярами. Биология этой группы совершенно не изучена, молекулярно-генетические данные отсутствуют вовсе.

Тем не менее, в настоящий момент исследования коссидных чешекрылых, и в особенности древоточцев Ближнего Востока сталкиваются с рядом объективных проблем и трудностей.

Для коссид Палеарктики остаётся чрезвычайно актуальной сложность верной идентификации материала.

Во-первых, у многих представителей семейства окраска крыльев весьма однообразна, а элементы рисунка выражены слабо и при этом характеризуются широкой внутривидовой изменчивостью. Это особенно характерно для целого ряда ближневосточных родов, таких как *Cossulus*, *Holcocerus*, *Dyspessa*, *Phragmataecia*, *Zeuzera s.l.* и других. Морфология генитального аппарата, традиционно используемая для видовой диагностики насекомых, зачастую схожа у этих таксономических групп, поэтому видовая идентификация и обоснование таксономического статуса часто основывались на трудноформализуемых морфологических различиях и нюансах.

Во-вторых, многие описанные виды, представлены географически разобщенными (аллопатрическими) популяциями, статус которых до сих пор не ясен, поскольку исследований, посвященных детальному анализу подобных популяций и поиску потенциальных криптических видов, до настоящего времени не проводилось.

В-третьих, самки большинства ближневосточных видов имеют меньшее количество морфологических признаков, пригодных для видовой диагностики, чем самцы. Зачастую принадлежность самок к тому или иному виду определяется интуитивно, без применения современных молекулярно-генетических подходов, позволяющих проводить точную видовую идентификацию организмов. Правильность подобных определений вызывает большие вопросы. Ещё хуже обстоят дела с идентификацией преимагинальных стадий.

Крайне слабо разработана система семейства на уровне надвидовых групп (родов и таксонов более высокого систематического ранга), филогенетические реконструкции семейства, основанные на молекулярных данных, отсутствуют вовсе. Очень плохо изучены трофические связи семейства. Так, кормовые

растения известны для менее чем 10% видов *Cossidae*, а для ближневосточных представителей эта цифра ещё меньше. Это совершенно неприемлемо для такой важной в экономическом отношении группы чешуекрылых, поскольку создаёт угрозу бесконтрольного распространения потенциальных вредителей сельского и лесного хозяйства. Отсутствие данных о трофических связях, как и о ряде других экологических аспектов также осложняет проведение таксономические ревизий и разработку системы семейства. Совершенно не разработаны вопросы эволюции, фауногенеза, расселения группы. Особенно это касается горно-пустынных регионов Ближнего Востока.

Таким образом, ситуация, сложившаяся на сегодняшний день во многом парадоксальна: в ходе интенсивных исследований фауны коссид Ближнего Востока накоплен обширный материал, детальный анализ которого с применением широкого спектра как традиционных, так и современных, молекулярно-генетических методов, никогда не проводился. Как следствие, при всей актуальности проблемы, знания о фауне коссид Ближнего Востока на сегодняшний день крайне фрагментарны и требуют серьезной ревизии и дополнительного изучения, на что и будут направлены наши исследования.

Основное внимание будет уделено следующим аспектам.

1. Неполнота данных и недостаточная таксономическая изученность. Мы полагаем, что использование широкого спектра данных (морфологических и молекулярно-генетических признаков, данных об особенностях биологии и распространения таксонов), поможет восполнить существующие пробелы в систематике группы, выявить новые для науки виды и решить целый ряд существующих таксономических проблем, что даст возможность провести полную таксономическую, фаунистическую и филогенетическую ревизию группы. В рамках этой задачи планируется детальный морфологический анализ и подробное картирование всех видов семейства *Cossidae*, отмеченных в регионе, а также молекулярно-генетическое исследование всех валидных таксонов коссидных чешуекрылых на основе анализа митохондриальных (ДНК-баркоды) и ядерных маркеров.

2. Криптическое биоразнообразие. Многие таксоны древоточцев имеют однотипную окраску и слабо выраженный рисунок крыльев, практически не отличаются морфологией генитального аппарата, и при этом характеризуются дизъюнктивными ареалами. Мы полагаем, что такие случаи могут быть связаны с наличием нераспознанных криптических видов, поэтому одной из задач проекта станет поиск возможных видов-двойников методами молекулярной генетики и анализ криптического биоразнообразия в этой группе бабочек.

3. Анализ и оценка факторов, нарушающих целостность видовых границ. Недооценка и в целом слабая изученность факторов, нарушающих целостность видовых границ являются одним из основных источников ошибок видовой идентификации и филогенетических реконструкций. На основе разработанных нами ранее подходов, будет осуществлен поиск следов межвидовой гибридизации и проведена оценка роли этого явления как источника формирования новых таксонов и главного фактора, затрудняющего корректные видовые определения. Также мы полагаем, что, как минимум в отдельных случаях, таксономические проблемы и глубокие несоответствия митохондриальных филогений реальной таксономии, выявленные в некоторых родах и группах семейства могут быть вызваны вольбахией, – эндосимбиотической бактерией, способной исказить митохондриальные филогенетические реконструкции. Для проверки этой гипотезы будет проведён ДНК-скрининг на вольбахию.

### *References*

1. Sutrisno H. Molecular phylogeny of Indonesian *Zeuzera* (Lepidoptera: Cossidae) wood borer moths based on CO I gene sequence / H. Sutrisno // *Journal of Species Research*. – 2015. – Vol. 4(1). – P. 49–56.

2. Yakovlev R.V. Catalogue of the Family Cossidae of the Old World (Lepidoptera) / R.V. Yakovlev // *Neue Entomologische Nachrichten*. – 2011. – Vol. 66. – P. 1–130. EDN: SIXMAD

3. Yakovlev R.V. Patterns of Geographical Distribution of Carpenter Moths (Lepidoptera: Cossidae) in the Old World / R.V. Yakovlev // *Contemporary Problems of*

Ecology. – 2015. – Vol. 8(1). – P. 36–50. <https://doi.org/10.1134/S1995425515010151>.  
EDN: UFKECX

4. Yakovlev R.V. Three new species and one new subspecies of *Deserticossus* Yakovlev, 2006 (Lepidoptera: Cossidae) from Kazakhstan, Kyrgyzstan and Russia, with world catalogue of the genus / R.V. Yakovlev, Th.J. Witt // *Zootaxa*. – 2017. – Vol. 4269(3). – P. 379–395. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4269.3.3>. EDN: XNJZFH

5. Yakovlev R.V. World catalogue of the genus *Cossulus* Staudinger, 1887 (Lepidoptera, Cossidae) with description of *Cossulus irtlachi* sp. nov. from Kyrgyzstan / R.V. Yakovlev, Th.J. Witt // *Zootaxa*. – 2017. – Vol. 4311(1). – P. 62–80. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4311.1.4>. EDN: XNSRJK