

УДК 595.788

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ХОРИОНА ЯИЦ ДЕВЯТИ ВИДОВ ЛЕНТОЧНИЦ РОДА *CATOCALA* (LEPIDOPTERA, EREBIDAE)

© 2019 г. А. В. Сидоров^{1, *}, К. А. Колесниченко^{2, **}, А. В. Свиридов^{3, ***}

¹Центр гигиены и эпидемиологии в Московской области, Московская обл., Мытищи 141014, Россия

²Биологический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Москва 119991, Россия

³Зоологический музей Московского государственного университета, Москва 125009, Россия

*e-mail: smerinthusminor@gmail.com

**e-mail: kkolesnichenko@gmail.com

***e-mail: sviridov@zmmu.msu.ru

Поступила в редакцию 17.11.2018 г.

После доработки 02.12.2018 г.

Принята к публикации 05.12.2018 г.

Описана ультраструктура хориона яиц девяти видов ленточниц рода *Catocala*, изученная с использованием сканирующего электронного микроскопа. Приводится сравнение особенностей ультраструктуры яйца представителей рода.

Ключевые слова: микропиле, хорион, электронная микроскопия, *Catocala*, Erebidae

DOI: 10.1134/S0044513419040147

Ультраструктура яиц чешуекрылых является важным систематическим признаком, поскольку она видоспецифична (Salkeld, 1984; Dolinskaya, 2016; Eitschberger, 2008 и др.).

Интерес к изучению видов из группы ленточниц по внешним признакам имаго возник еще со времен К. Линнея и уже в начале 19-го в. их выделили в род *Catocala* (Schrank, 1802). В каталоге мировой фауны совок (Poole, 1989) насчитывается уже 479 номинальных видов этого рода. В настоящее время таковых можно насчитать более 500. Название *Catocala* имеет около 13 синонимов, реже им придают ранг неких подразделений *Catocala* или отдельных родов. Несмотря на упорные и глубокие исследования имаго, создать стабильную систему подродовых таксонов этой группы или разделить ее на несколько родов до сих пор не удается. Не дают однозначных результатов и кладистические построения как в пределах группы, так и связанные с попытками ревизовать положение ленточниц в системе семейства Erebidae. Пока не удается решить эти проблемы и с помощью молекулярных методов (Lafontaine, Fibiger, 2006; Ishisuka et al., 2011). Вместе с тем, давно известна публикация, посвященная специфической фауне *Catocala* Северной Америки (Barnes, McDunnough, 1918) и превосходно иллюстрированная изображениями преимагинальных стадий множества видов. В ней группа была разделена на 20 секций, а два вида перенесены в два самостоя-

тельных рода: *Eupartenos*, который впоследствии стал синонимом рода *Catocala*, и *Ephesia*. В качестве важного признака для предложенного наброска системы был использован внешний вид яиц (правда, для яиц были представлены только краткие описания, но не изображения). Обнаружено, что внешние различия имеют видовую специфику, четко выражены и стабильны. Форма яиц варьирует от сферической или полусферической до плоской, дисковидной, имеются сильная или едва заметная слабая ребристость, грануляция, разветвленность ребер, наличие или отсутствие ободка и т.д.

Описания морфологии яиц отдельных представителей рода *Catocala* есть также в работах Долинской (Dolinskaya, 2014) и Эйчбергера (Eitschberger, 2008). Однако при всем обилии работ по систематике *Catocala*, в них практически не уделяется внимание сравнению ультраструктуры яиц. Особое значение приобретают исследования яиц ленточниц с таксономическими целями с применением сканирующей электронной микроскопии, которой не существовало в период пионерской работы Бернса и МакДонахью (Barnes, McDunnough, 1918).

Исследование ультраструктуры хориона яиц проводили на сухом материале из личных коллекций авторов, фондовой коллекции Зоологического музея Московского государственного универ-

ситета им. М.В. Ломоносова и коллекции кафедры энтомологии МГУ. Для этого яйца извлекали из брюшка сухих бабочек, размягчали в воде и с помощью пинцета и препаровальных иголок очищали от оболочки яйцевода, после чего помещали в 70% спирт. Для обезвоживания яйца выдерживали в ацетоне на протяжении 5–10 мин и высушивали на воздухе. Далее образцы покрывали золотом в установке для напыления Hitachi IB-3. Микроскопическое исследование яиц проводили на электронном микроскопе Jeol JSM-6380 SeM.

Исследованный материал: *C. dula* (Bremer 1861) – 1 ♀, 2 яйца, Приморский край, д. Каймановка; *C. fulminea* (Scopoli 1763) – 1 ♀, 2 яйца, Московская обл, Можайский р-н, Садовое Некоммерческое Товарищество “Дружба”; *C. fraxini* (Linnaeus 1758) – 1 ♀, 3 яйца, Московская область, Можайский р-н, Садовое Некоммерческое Товарищество “Дружба”; *C. neonympha* (Esper 1805) – 1 ♀, 2 яйца, Узбекистан, Чаткальский хребет., 30 км С п. Ахангаран, Шаваз; *C. bella* (Vulter 1877) – 2 ♀♀, 6 яиц, Бурятия, 20 км. ЮВ г. Гусиноозерск, СВ п. Новоселенгинск, левобережье р. Селенга; *C. deuteronympha* (Staudinger 1861) – 3 ♀♀, 6 яиц, Бурятия, 20 км СЗ г. Кяхта, 3 км ЮВ п. Усть-Кяхта; *C. electa* (Vieweg 1790) – 2 ♀♀, 6 яиц, Приморский край, д. Каймановка; *C. actaea* (Felder et Rogenhof 1874) – 1 ♀, 3 яйца, Приморский край, д. Каймановка; *C. agitatrix* (Graeser 1889) – 1 ♀, 3 яйца, Читинская обл., Усть-Киран. Имеющийся в нашем распоряжении материал не позволяет провести статистическую обработку количественных данных, поэтому при наличии различий по какому-либо параметру (размеры, число ребер и т.п.) в описании приведен разброс значений, если же различий по данному параметру не выявлено – приведены целые числа.

При описании яиц использовали терминологию Салкелда (Salkeld, 1984). Система рода *Catocala* дана по Каталогу орденских лент (Lepidoptera, Erebidae, *Catocala*) (Свиридов, 2008).

C. dula (Bremer 1861) (рис. 1, 1–3). Яйцо эллиптической формы размером 1.3 × 1 мм. Хорион гладкий, по всей поверхности покрыт простыми аэропиле, расположенными на небольших бугорках по углам шестигранных ячеек с нечеткими границами. Диаметр отверстия аэропиле 1 мкм. Микропилярная область состоит из четырех рядов ячеек. Микропилярная розетка образована 13 первичными ячейками, имеющими форму неправильных сильно вытянутых шестиугольников. Длина ячейки больше ширины не менее чем в три раза. Область микропилярного отверстия несет 4–5 пор диаметром около 2 мкм.

C. fulminea (Scopoli 1763) (рис. 1, 4–6). Яйцо сферическое, диаметром 1.2 мм. Хорион покрыт множеством аэропиле диаметром около 1 мкм, располагающихся на бугорках по углам шести-

гранных ячеек. Поверхность яйца имеет сетчатую структуру за счет перемычек, соединяющих бугорки друг с другом. Микропилярная область состоит из пяти рядов ячеек, из которых два внешних ряда имеют нечеткие границы. Ячейки трех внутренних рядов имеют форму вытянутых шестигранников со сглаженными углами. Длина ячейки больше ширины не менее чем в два раза. Микропилярная розетка образована восемью первичными ячейками.

C. fraxini (Linnaeus 1758) (рис. 1, 7–9). Яйцо округлое, приплюснуто в микропилярной области, диаметром 1 мм. Хорион покрыт хорошо выраженными продольными ребрами и соединяющими их тонкими поперечными ребрами. 18 продольных ребер примыкает к микропилярной области, из них каждое третье ребро примерно в верхней трети яйца разделено надвое. Ближе к экваториальной части яйца расположены дополнительные продольные ребра. Расстояние между соседними ребрами около 100 мкм. Поперечные ребра расположены практически параллельно друг другу на расстоянии 30–40 мкм. Ячейки в месте перехода к микропилярной области неправильно-треугольной формы. Микропилярная область прямоугольной формы и состоит из четырех рядов пяти-шестигранных ячеек неправильной формы. Микропилярная розетка образована девятью вытянутыми первичными ячейками шестигранной формы со сглаженными углами. Длина ячейки не менее чем в два раза превышает ширину.

C. neonympha (Esper 1805) (рис. 1, 10–12). Яйцо округлое, с приплюснутой вершиной, диаметром 1.3 мм. Хорион покрыт множественными продольными (не менее 40) и поперечными ребрами одинаковой толщины. Каждое третье продольное ребро формируется примерно в верхней трети яйца, не достигая микропилярной области. Расстояние между соседними ребрами не менее 50 мкм. Поперечные ребра располагаются на расстоянии 20 мкм друг от друга, образуя вместе с продольными ребрами замкнутые ячейки прямоугольной формы. В местах соединения поперечных и продольных ребер расположены отдельные аэропиле с округлыми краями и диаметром отверстия около 1 мкм. В переходной зоне к микропилярной области ячейки приобретают форму неправильных пяти-шестигранников. Микропилярная область образована двумя рядами вытянутых ячеек. Микропилярная розетка состоит из 12 первичных ячеек, длина которых превосходит ширину не менее чем в три раза.

C. bella (Vulter 1877) (рис. 1, 13–15). Яйцо округлое с приплюснутой микропилярной областью, диаметром 1.2 мм. Не менее 20 продольных ребер примыкает к микропилярной области. Еще 18–20 дополнительных ребер формируется примерно в верхней трети яйца не достигая микропи-

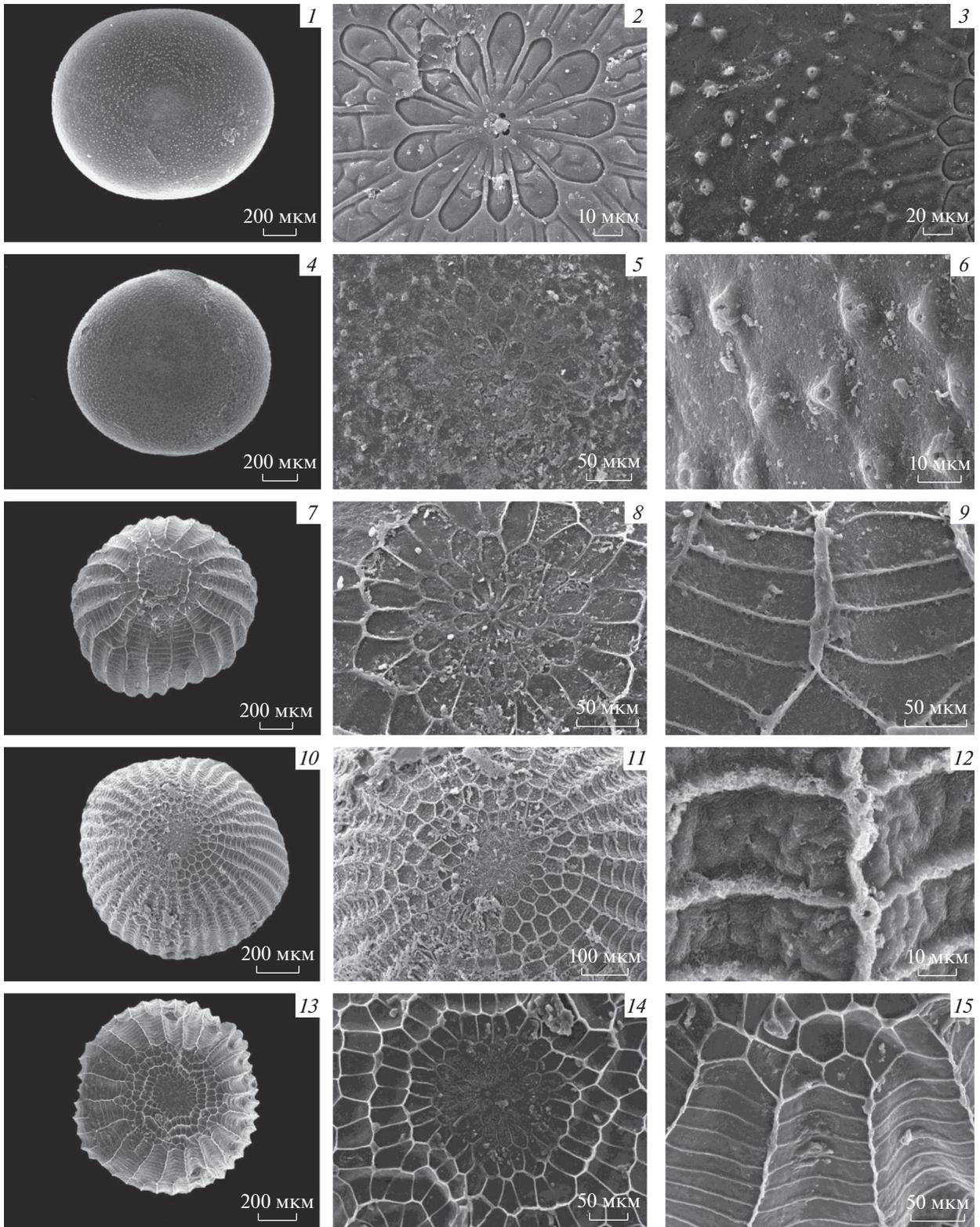


Рис. 1. Яйца видов рода *Catocala*: 1, 4, 7, 10, 13 – внешний вид яйца сверху; 2, 5, 8, 11, 14 – то же, скульптура микроплярной области; 3, 6, 9, 12, 15 – то же, участок хориона. 1–3 – *C. dula*; 4–6 – *C. fulminea*; 7–9 – *C. fraxini*; 10–12 – *C. neonympa*; 13–15 – *C. bella*.

лярной области. Расстояние между ребрами не менее 70 мкм. Тонкие поперечные ребра располагаются практически параллельно друг другу на расстоянии около 25 мкм. Аэропиле не обнаружены. Переходная зона к микропилярной области образована тремя или четырьмя рядами ячеек неправильной пяти–шестигранной формы. Микропилярная область образована двумя рядами ячеек шестигранной формы, микропилярная розетка состоит из четырнадцати вытянутых первичных ячеек.

C. deuteronympha (Staudinger 1861) (рис. 2, 1–3). Яйцо сферическое, диаметром 1.2 мм. Поверхность хориона покрыта четырехгранными ячейками, имеющими вид неправильных ромбов. На углах ячеек открываются округлые, с ровными краями аэропиле, диаметр которых составляет около 1 мкм. Микропилярная область образована тремя–четырьмя рядами ячеек шестигранной формы с округленными углами. Микропилярная розетка состоит из 12 первичных ячеек, длина которых превосходит ширину в 3–4 раза. Микропиле неправильной многогранной формы.

C. electa (Vieweg 1790) (рис. 2, 4–6). Яйцо сферическое, диаметром около 1 мм. 20 продольных ребер примыкает к микропилярной области. Еще 16–18 дополнительных продольных ребер формируется примерно в верхней трети яйца не достигая микропилярной области. Расстояние между продольными ребрами около 60 мкм. Сеть из продольных и тонких поперечных ребер формирует замкнутые ячейки правильной прямоугольной формы. В местах соединения продольных и поперечных ребер открываются аэропиле с круглым отверстием диаметром около 3–4 мкм. Микропилярная область имеет переходную зону, образованную ячейками неправильной пяти–шестигранной формы, в углах которых также расположены крупные округлые аэропиле. Микропилярная область образована двумя рядами ячеек шестигранной формы. Микропилярная розетка состоит из 13–14 первичных продолговатых ячеек. Отверстие микропиле неправильной формы в виде четырехугольника.

C. actaea (Felder et Rogenhofer 1874) (рис. 2, 7–9). Яйцо сферическое, диаметром около 1 мм. 16 продольных ребер примыкает к микропилярной области. Еще 12–14 дополнительных продольных ребер формируется примерно в верхней трети яйца, не достигая микропилярной области. Расстояние между продольными ребрами от 50 до 70 мкм. Тонкие поперечные ребра вместе с продольными ребрами образуют замкнутые ячейки прямоугольной формы. Микропилярная область образована тремя рядами ячеек. Внешний ряд состоит из ячеек треугольной или четырехугольной формы. Ряд, примыкающий к микропилярной розетке, состоит из вторичных четырехугольных или

пятиугольных ячеек, а микропилярная розетка состоит из 11 сильно вытянутых первичных ячеек. Микропиле неправильной формы, около 5 мкм диаметром.

C. agitatrix (Graeser 1889) (рис. 2 10–12). Яйцо сферическое, диаметром около 1 мм. Поверхность хориона покрыта шестигранными ячейками с нечеткими границами за счет плохо выраженных продольных ребер. Ближе к микропилярной области ячейки приобретают эллиптическую форму. В углах ячеек имеются округлые поры. Микропилярная область имеет переходную зону, образованную несколькими рядами пяти–шестигранных ячеек. Микропилярная розетка, состоит из 12 первичных сильно вытянутых ячеек.

* * *

Традиционно большое значение в изучении совкообразных чешуекрылых придавалось строению генитального аппарата самцов и самок. Изучение этих признаков на большом материале позволило наметить кластеры с близкими особенностями его строения, однако эти кластеры выделялись нечетко и имели размытые границы. В основном различия между ними наблюдались в форме и структуре вальв, в то время как структура идегуса демонстрировала значительную однородность.

Результаты исследований ультраструктуры хориона яиц в связи с этим оказались в высшей степени интересными. Во-первых, даже на девяти изученных видах выявлено, что эта группа признаков обнаруживает большое морфологическое разнообразие. Во-вторых, виды, отчетливо различающиеся по морфологическим признакам, нередко оказываются схожими по структуре хориона. Так *C. fulminea* (рис. 1, 4), рассматриваемый некоторыми авторами в составе рода *Ephesia*, по признакам структуры хориона яйца близок к *C. dula* (рис. 1, 1). Последний вид некоторые авторы рассматривают в составе рода (или подрода) *Mormonia*. Оба вида имеют гладкую, слабо структурированную поверхность яйца. Такие хорошо различающиеся виды как *C. fraxini* (рис. 1, 7), *C. bella* (рис. 1, 13), *C. electa* (рис. 2, 4) и *C. actaea* (рис. 2, 7) также имеют сходное строение хориона яиц. У всех перечисленных видов хорион структурирован и сформирован за счет поперечных и мощных продольных ребер.

С другой стороны, морфологически близкие виды *C. deuteronympha* (рис. 2, 3) и *C. agitatrix* (рис. 2, 10) схожи и по структуре хориона. Для поверхности яйца обоих видов характерна выраженная сетчатость, сформированная из ячеек с неявными границами.

Особое положение, на наш взгляд, занимает *C. neonympha* (рис. 1, 12), у которого поверхность яй-

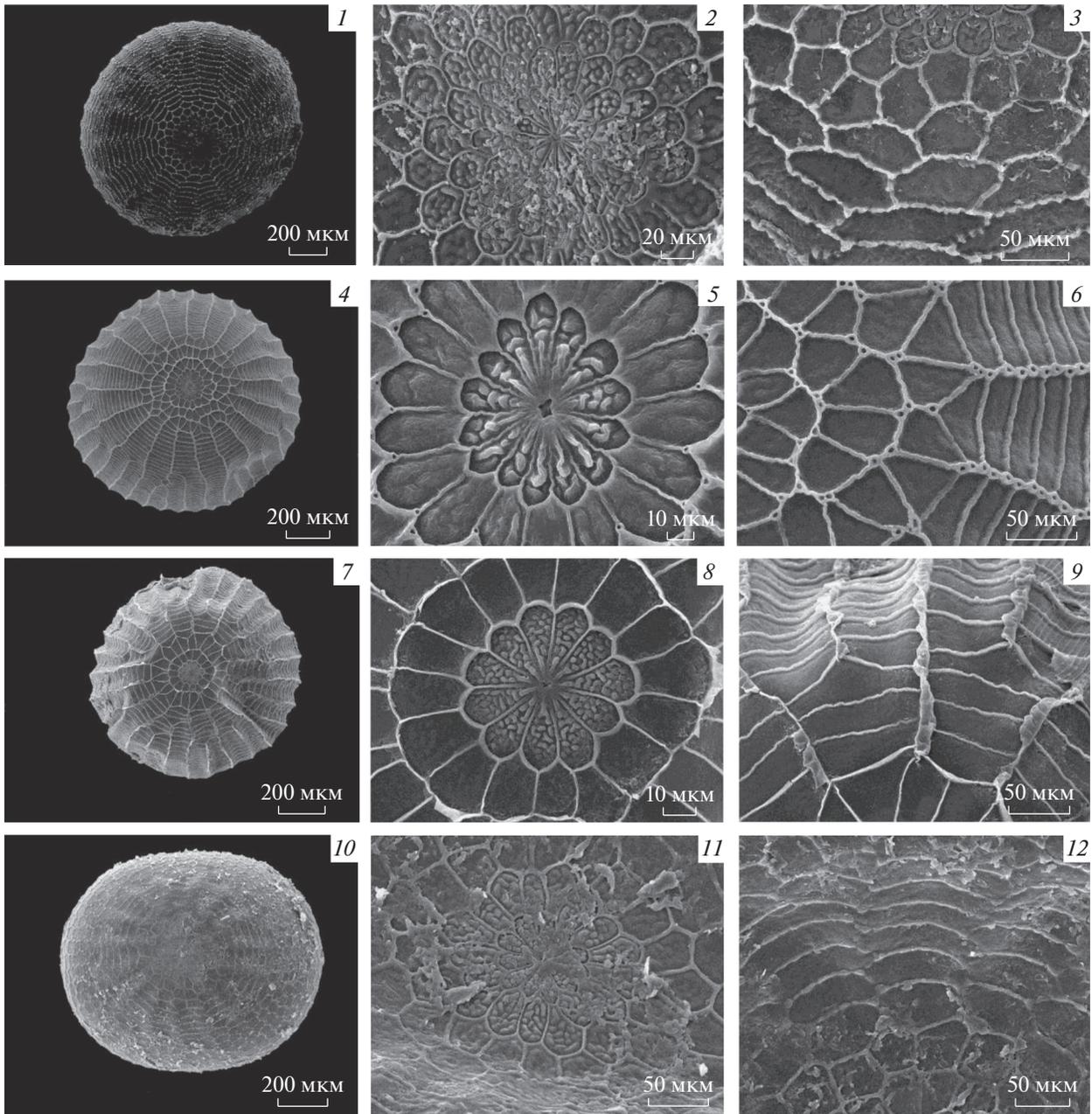


Рис. 2. Яйца видов рода *Catocala*: 1, 4, 7, 10 – внешний вид яйца сверху; 2, 5, 8, 11 – то же, скульптура микропиллярной области; 3, 6, 9, 12 – то же, участок хориона. 1–3 – *C. deuteronympha*; 4–6 – *C. electa*; 7–9 – *C. actaea*; 10–12 – *C. agitatrix*.

ца покрыта ячейками, образованными сетью хорошо выраженных поперечных и продольных ребер.

Нужно отметить, что изучение хориона яиц *Catocala* в настоящее время находится на начальном этапе, и данные по большинству видов пока что отсутствуют. Однако даже предварительные результаты сравнительного исследования структуры хориона позволяют утверждать, что использование этих признаков в комплексе с традиционными морфологическими открывает новые перспективы в систематике данной группы.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность сотрудникам Межкафедальной лаборатории электронной микроскопии биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова за техническое обеспечение и помощь в проведении электронно-микроскопических исследований.

Работа выполнена при поддержке РНФ (14-50-00029: сбор и обработка материала, изготовление иллюстраций), государственной темы № АААА-

A16-116021660095-7 и научно-исследовательским проектом Н.-И. Зоологического музея МГУ АААА-А16-116021660077-3 (подготовка рукописи).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Свиридов А.В.*, 2008. Каталог орденских лент (Lepidoptera, Erebidae, *Catocala*) Палеарктики // Сборник трудов Зоологического музея МГУ. М.: Изд-во МГУ. С. 70–100.
- Barnes Wm., McDunnough J.*, 1918. Illustrations of the North American species of the genus *Catocala* // Memoirs of The American Museum of Natural History. V. III. № I. P. 1–47. Pl. I–XXII.
- Dolinskaya I.V.*, 2014. Egg Morphology of Some Nolidae and Erebidae (Lepidoptera, Noctuoidea) // Vestnik zoologii. V. 48. № 6. P. 553–561.
- Dolinskaya I.V.*, 2016. Key to the species of Ukraine Notodontid moths (Lepidoptera, Notodontidae) on the egg characters // Vestnik zoologii. V. 50. № 6. P. 517–532
- Eitschberger U.*, 2008. REM-Bilder der Eier von vier *Daphnis* (Hübner, 1819)-Arten: *Daphnis dohertyi* Rothschild, 1897, *Daphnis hayesi* Cadiou, 1988, *Daphnis placida* (Walker, 1856) *Daphnis vriesi* Hogenes & Treadaway, 1993 (Lepidoptera, Sphingidae) // Neue Entomologische Nachrichten. V. 62. P. 120–125.
- Eitschberger U.*, 2008. REM-Bilder der Eier von *Catocala nupta* (Linnaeus, 1767) (Lepidoptera, Noctuidae) // Neue Entomologische Nachrichten. V. 62. P. 169–170.
- Ishisuka K., Shinkava T., Endo H., Nonaka M.*, 2011. Molecular phylogeny of Japanese *Catocala* moths based on nucleotide sequences of the mitochondrial ND5 gene // Zoological science (Zoological society of Japan). V. 28. № 12. P. 910–915.
- Lafontaine J.D., Fibiger M.*, 2006. Revised higher classification of the Noctuoidea (Lepidoptera) // Canadian entomologist. V. 138. P. 610–635.
- Poole R.W.*, 1989. Noctuidae. Part 1 // Lepidopterorum Catalogus (New Series). (Ed. by J.B. Heppner. Fasc. 118. Leiden; New York; København; Köln. E.J. Brill. P. 499. (Flora and Fauna Publications).
- Salkeld E.H.*, 1984. A catalog of the eggs of some Canadian Noctuidae (Lepidoptera) // Memoirs of the Entomological Society of Canada. V. 127. P. 1–167.
- Schrank F.*, 1802. Fauna Boica: durchgedachte Geschichte der in Baiern einheimischen und zahmen Thiere // J. W. Krüll, Ingolstadt. Bd. 2, Abt. 2. P. 1–412.

FEATURES OF HORION EGG STRUCTURE IN NINE SPECIES OF UNDERWING MOTHS BELONGING TO THE GENUS *CATOCALA* (LEPIDOPTERA, EREBIDAE)

A. V. Sidorov^{a, *}, K. A. Kolesnichenko^{b, **} and A. V. Sviridov^{c, *}**

^aFederal State Health Institute of Hygiene and Epidemiology, Moscow Region, Mytishchi 141014, Russia

^bFaculty of Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow 119991, Russia

^cZoological Museum, Moscow State University, Moscow 125009, Russia

*e-mail: smerinthusminor@gmail.com

**e-mail: kkolesnichenko@gmail.com

***e-mail: sviridov@zmmu.msu.ru

Using scanning electron microscopy (SEM), the fine structure of the egg chorion is described and comparatively analyzed in nine species of *Catocala* underwing moths.

Keywords: micropyle, chorion, electron microscopy, *Catocala*, Erebidae