

УДК 595.7:595.768

БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ И ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ РЕЛИКТОВОГО УСАЧА (*CALLIPOGON RELICTUS* SEMENOV 1899, COLEOPTERA, CERAMBYCIDAЕ)

© 2014 г. А. В. Куприн¹, В. Г. Безбородов², Ди Ам И³, А. К. Котляр¹

¹Заповедник “Уссурийский” ДВО РАН, Уссурийск 692519, Россия

e-mail: kyprius@mail.ru

²Амурский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН, Благовещенск 675018, Россия

³Центр по изучению экологии насекомых, Йонгвол 230805, Республика Корея

Поступила в редакцию 29.08.2013 г.

Впервые изучена биология развития усача реликтового в лабораторных условиях от стадии яйца до имаго. Исследована динамика возрастных линий преимагинальных стадий, для всех возрастных стадий приведены морфометрические показатели. С помощью современных методов “шадящим” способом изучено расположение личинок в толще ствола. Описано репродуктивное поведение вида и процесс яйцекладки. Экспериментально установлено, что в лабораторных условиях при постоянной температуре и влажности развитие занимает 44 месяца, что позволяет предполагать как минимум четырехлетнюю генерацию вида в природе.

Ключевые слова: реликтовый усач, *Callipogon relictus* Semenov 1899, биология развития, экология, Дальний Восток.

DOI: 10.7868/S0044513414090098

Неотропический род жуков усачей *Callipogon* Audinet-Serville 1832 представлен в фауне России и Восточной Азии единственным видом (*C. relictus* Semenov 1899), описанным из Южного Приморья (Семенов, 1899). Усач реликтовый является характерным представителем долинных широколиственных лесов и обитает на территории, входящей в состав четырех государств — Российской Федерация, Китайская Народная Республика, Корейская Народная Демократическая Республика и Республика Корея (Куприн, Безбородов, 2012). Будучи внесенным в Красные книги всех уровней и рангов (Красная книга..., 1983, 2001, 2005, 2008, 2009), реликтовый усач остается слабоизученным видом.

В настоящее время в литературе имеются фрагментарные сведения по биологии и экологии *C. relictus*, которые содержат материалы по морфологии преимагинальных стадий, перечень заселяемых ими древесных пород, а также сроки лёта имаго в различных частях ареала (Ильин, 1926; Яковлев, 1945; Любарский, 1953; Мамаев, Данилевский, 1975; Черепанов, 1979; Murayama, 1936; Bong et al., 2007; Lim et al., 2013). До недавнего времени не было четкого представления даже о хорологии вида в российском секторе ареала (Куприн, Безбородов, 2012).

Цель работы — изучить биологию развития преимагинальных стадий и особенности экологии имаго усача реликтового в лабораторных и естественных условиях.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Основой для настоящей работы послужили многолетние наблюдения (2008–2012 гг.) за реликтовым усачом на юге Дальнего Востока России. При выполнении работы использовались современные биологические методики и общепринятые энтомологические методы, применяемые в экологических исследованиях (Добровольский, 1969; Фасулати, 1971; Цуриков, Цуриков, 2001; Куприн, 2012). Репродуктивное поведение изучали с помощью видео- и фотоаппаратуры, наблюдения проводили за особями, выведенными в лаборатории, а также найденными в естественных условиях.

Изучение особенностей экологии, биологии и эксперименты по размножению усача реликтового проводили в лабораторных условиях и на стационаре, расположенном в Заповеднике “Уссурийский” ДВО РАН.

Впервые подобраны условия для успешного выведения *C. relictus* в лаборатории. Личинок со-

держали в 2–3 литровых ПВХ–контейнерах, которые плотно набивали опилками ильма японского (*Ulmus japonica*). Контейнеры содержали в климатическом инкубаторе MIR–154 (фирмы Sanyo, Япония) при постоянной температуре (+25°C) и влажности (65–75%). Осмотр проводили 2 раза в месяц, при этом измеряли вес и длину личинок, а также ширину головной капсулы.

В естественных условиях развитие личинок изучали в специальных модельных спилах, которые размещались в типичных для вида местообитаниях (Куприн, 2012). Поведение и распределение личинок в толще ствола исследовано с помощью эндоскопа 318V (фирмы Testo–318, Тайвань) и томографа Magfinder II (фирмы, AILab Co., Ltd) в Центре по изучению экологии насекомых (Республика Корея). В результате изучено более 200 экз. преимагинальных стадий *S. relictus*: яйца – 136 экз., личинки – 82 экз., куколки – 22 шт. Всего в лабораторных условиях получено 12 экз. имаго (10 самок, 2 самца).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Репродуктивный поведенческий комплекс имаго реликтового усача можно разделить на 2 основных элемента: брачное поведение (включает предкопуляционное поведение и спаривание) и откладку яиц. Для привлечения самца самка выделяет специфический секрет, который выделяется только после прохождения дополнительного питания.

По нашим наблюдениям, самка реагирует на появление партнера, принимая предостерегающую позу, – привстает на переднюю пару ног, разводит верхние челюсти и производит так называемое “движение намерения”. Самец, в свою очередь, направляется к партнерше и останавливается перед ней, при этом происходит контакт антеннами (вариант ухаживания) или касается передними лапками головы самки. Предкопуляционное поведение длится от 5 до 17 мин, при этом восприимчивые самки могут вести себя следующим образом: убежать, ударить самца антеннами, выполнить быстрые повороты или падения. В этот период самец пытается схватить самку передними и средними лапками, затем он быстро сгибает брюшко вперед, чтобы установить контакт с половым аппаратом партнерши и в таком положении осуществляет спаривание. В процессе спаривания самка остается неподвижной, партнер продолжает почесывать ее голову. Примерно через 30 мин пара разъединяется.

Почти сразу после спаривания (через 3–5 мин) самка приступает к откладке яиц. Она поворачивается на 180° и вытягивает яйцеклад, с помощью которого определяет место для откладки яиц. Яйца приклеиваются в трещины коры по одному на расстоянии 15–20 см друг от друга. На откладку

одного яйца требуется в среднем 3–5 мин. Только что отложенное яйцо – молочно-белого цвета, затем в процессе развития эмбриона оно становится розовым, а потом черным (рис. 1).

Самка опрыскивает секретом участки коры, в которых находятся отложенные яйца, регулируя равномерность размещения их по стволу дерева. По нашим данным, самка усача реликтового откладывает 24–28 яиц, при этом максимальное количество яиц, содержащихся в яйчниках, составляет 92. В лабораторных условиях зафиксированы случаи, когда самки откладывали неоплодотворенные яйца.

В лабораторных условиях эмбриональное развитие длится 20 суток. При выходе из яйца личинка выгрызает относительно большое отверстие в переднем его конце, захватывая микропилярный диск. При этом она съедает все или почти все выгрызаемые части хориона, а остатки оболочки яйца сохраняются в ходе либо оттесняются вместе с буровой мукой и экскрементами в начальную часть хода.

Личинки усача – сапро-ксило-мицетофаги, развиваются в древесине ильма японского, пораженной белой гнилью. Кроме того, вид может развиваться на ясене маньчжурском (*Fraxinus mandshurica*), липе амурской (*Tilia amurensis*), тополе Максимовича (*Populus maximowiczii*), а также на дубе монгольском (*Quercus mongolica*), березе желтой (*Betula costata*), клене маньчжурском (*Acer mandshuricum*) чозении крупночешуйчатой (*Chosenia arbutifolia*) и тополе душистом (*Populus suaveolens*) (Ильин, 1926; Любарский, 1953; Куприн, Безбородов, 2012).

После отрождения личинка I возраста сразу вбуравливается в древесину, не делая при этом поверхностных ходов. Расположение личинки в древесине показано на рис. 2. Начиная со II возраста и до окукливания, личинка выгрызает длинный ход в толще ствола, который имеет вид неправильной фигурной скобки, открывается овальным входным отверстием (диаметром до 4 мм) и заканчивается куколочной колыбелькой (длина 100–120 мм, ширина 50–80 мм) и лётным отверстием (диаметр 12–38 мм). Общая протяженность хода личинок в среднем 110–120 см.

В лабораторных условиях при постоянной температуре и влажности усач реликтовый развивается 44 месяца, общая продолжительность личиночной стадии 42 месяца. Личинки реликтового усача за время развития линяют 5 раз и имеют 6 возрастов (таблица), линька в лабораторных условиях происходила 2 раза в год (обычно в марте и сентябре). Процесс линьки происходит в течение 2 дней, перелинявшие личинки имеют светлые и мягкие покровы тела, которые затвердевают и изменяют цвет в течение суток. Увеличение размеров и массы тела личинок наблюдается в течение первых 38 месяцев развития, а затем



Рис. 1. Изменение цвета яйца и выход личинки *C. relictus*.

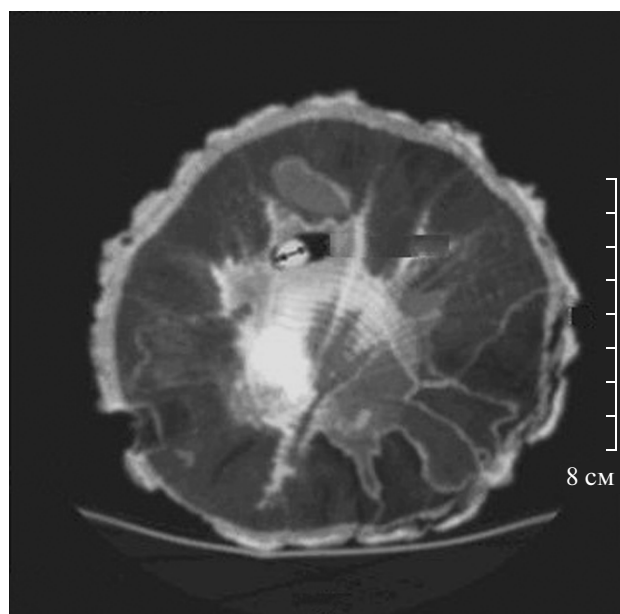
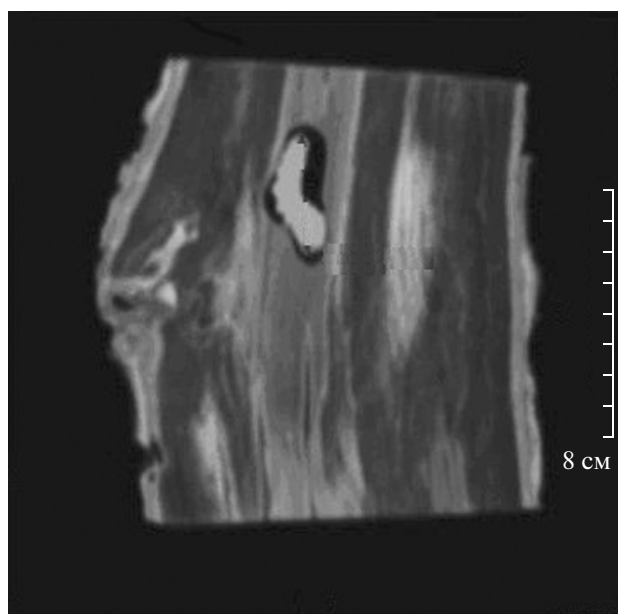


Рис. 2. Расположение личинки *C. relictus* в стволе ильма японского (по данным магнитно-резонансной томографии).

Возрастные различия личинок усача реликтового

Возраст	Ширина головной капсулы, мм		Длина верхней челюсти, мм		Число исследованных личинок
	lim	$\bar{x} \pm SD$	lim	$\bar{x} \pm SD$	
I	1.1–2.3	1.7 ± 0.39	0.3–0.7	0.5 ± 0.16	82
II	2.4–3.4	2.9 ± 0.33	0.7–1.2	0.9 ± 0.19	61
III	3.4–4.2	3.8 ± 0.27	1.2–1.9	1.5 ± 0.24	56
IV	4.1–5.1	4.6 ± 0.33	1.9–2.6	2.3 ± 0.25	42
V	5.0–6.5	5.8 ± 0.47	2.6–3.8	3.2 ± 0.39	36
VI	8.2–8.7	8.4 ± 0.18	3.8–4.9	4.4 ± 0.36	24

происходит незначительное, но резкое уменьшение их массы (рис. 3).

В лабораторных условиях первая и последующие линьки личинок происходили на 182–186-е сутки. Таким образом, при постоянной температуре, влажности и пищевом режиме продолжительность каждого возраста составляет в среднем 6 месяцев, исключение составляет VI возраст (развивается 9 месяцев). Установлено, что личинки VI возраста приступают к окукливанию, достигнув минимальной массы (30 г), а оптимальная масса для окукливания личинок данного вида 32–37 г. В IV возрасте личинки при помощи верхних челюстей начинают издавать “потрескиваю-

щие” звуки, предупреждающие соседних особей о направлении выгрызаемого ими хода. У личинок реликтового усача отмечен каннибализм, установлены случаи, когда личинки старших возрастов (IV–VI) поедали особей I–III возрастов.

С помощью зондирования изучен механизм передвижения личинки в прокладываемом ходе. Механизм передвижения типичен для личинок ксилофагов (Исаев, Гирс, 1975). Личинки VI возраста активно питаются в глубоких слоях древесины, постепенно приближаясь к верхним слоям ствола. Экспериментально установлено, что личинкам VI возраста перед окукливанием не требуется воздействие пониженных температур, как

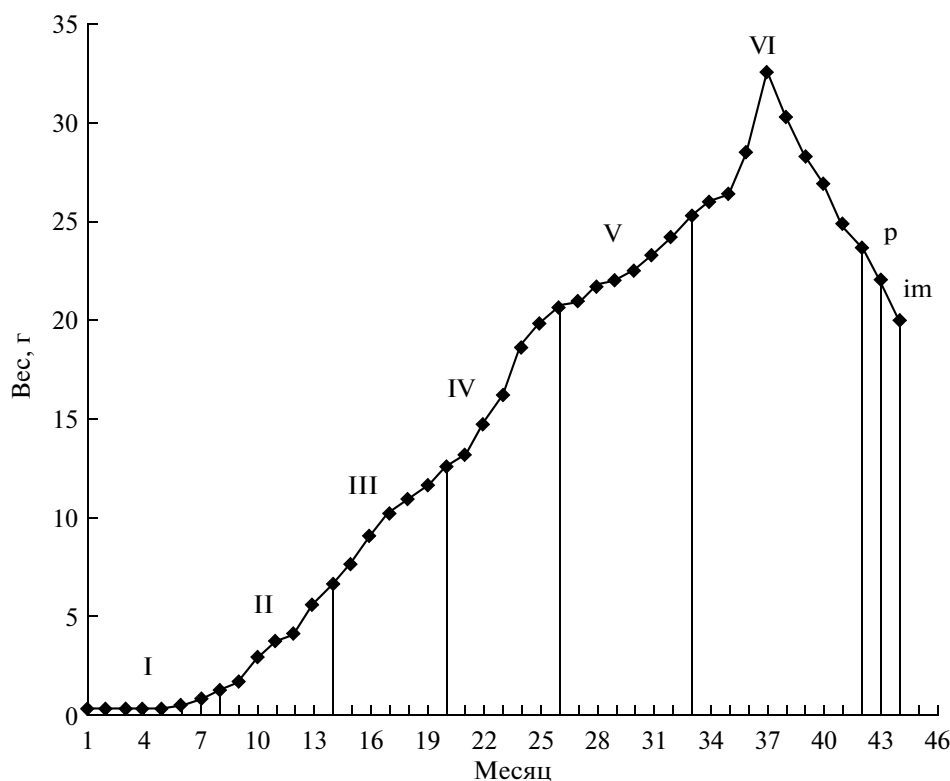


Рис. 3. Изменения массы тела *C. relictus* в процессе развития: I–VI – возраст личинки, p – куколка, im – имаго.

это отмечено, например, у представителей рода *Monochamus* Dejean 1821 (Исаев и др., 1988).

Достигнув верхних слоев древесины, личинка начинает выгрызать куколочную колыбельку, которая представляет собой овальную камеру. Колыбельки на стоящих деревьях располагаются горизонтально, вход в них плотно забивается буровой мукой. Передний конец куколочной колыбельки отделен от коры слоем древесины толщиной 2–3 см, соответственно молодой жук выгрызает короткий имагинальный ход. Размеры колыбельки в длину и в ширину превосходят размеры личинки, подготовившейся к окукливанию.

С момента создания колыбельки личинка становится неподвижной и приступает к окукливанию (эта стадия онтогенеза длится 14–16 суток). Нами отмечено, что в случае прикосновения к куколке она совершает круговые вращательные движения. Продолжительность развития куколки составляет 21–25 суток, что согласуется с данными, полученными Черепановым (1979). Перед выходом из куколочной колыбельки жуки проходят подготовительный этап продолжительностью 5 суток. Еще на стадии куколки происходит потемнение покровов тела, снижение веса. Отслоение куколочной кутикулы происходит за двое суток до ее сбрасывания. Процесс сбрасывания куколочной кутикулы протекает в течение 80 мин, затем сформировавшийся жук в течение 5–6 суток находится в куколочной колыбельке, у него расправляются надкрылья, окрашиваются и затвердевают покровы тела. Вероятно, в этот период важное значение для формирования имаго имеет влажность, так как в лабораторных условиях нами зарегистрированы случаи, когда из куколок, которых содержали в опилках ильма японского при пониженной влажности выходили жуки с деформированными надкрыльями. На 5–6-е сутки полностью сформированный и окрепший жук начинает выгрызать лётное отверстие.

Продолжительность жизни имаго зависит в основном от погодных условий, питания, поиска мест для откладки яиц и темпа откладки яиц. По нашим данным, в природе и лабораторных условиях большая часть особей живет 14–28 суток. Имеются сведения, что в Северо-Восточном Китае продолжительность жизни имаго составляет 12–45 дней (Яковлев, 1945, Li et al., 2012). Жуки в естественных условиях часто отмечаются на соке, вытекающем из ран древесных растений. Питание происходит утром и в середине дня. Оптимальные условия для питания наступают при температуре +25°C и влажности 60%. В лабораторных условиях жуки активно поедали фруктовое пюре (яблочное, персиковое, грушевое), а также медовый и сахарный сироп. За один прием жук съедает до 40 мг пищи, в течение около 30 мин. Самцы вылетают на 5–7 суток позже самок. Вторичное соотношение полов, по нашим данным

(2008–2012 гг.), варьирует от 0.3 до 0.5. После откладки яиц самки обычно погибают на 2–3-е сутки. Самцы живут на 1–2 суток меньше самок (Куприн, 2010).

Таким образом, установлено, что индивидуальное развитие реликтового усача занимает 44 месяца: эмбриональное развитие 20 суток, стадия личинки 1260–1280 суток (42 месяца), а куколки – 21–25 суток. Продолжительность жизни имаго 14–28 дней. Кроме того, применение методов магнитно–резонансной томографии и зондирования позволили провести исследование преимагинальных стадий развития *C. relictus* в толще ствола “щадающим” способом, что особенно актуально при изучении биологии редких и охраняемых видов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа поддержана российско-корейским проектом “Эколого-биологическое исследование усача реликтового (*Callipogon relictus* Sem.)”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Добровольский Б.В., 1969. Фенология насекомых. М.: Высшая школа. 219 с.
- Ильин Б.С., 1926. Личинка *Callipogon relictus* Sem. (Coleoptera, Cerambycidae) // Русское энтомологическое обозрение. Т. 20. Вып. 3–4. С. 204–209.
- Исаев А.С., Гирс Г.И., 1975. Взаимодействие дерева и насекомых-ксилофагов (на примере лиственницы сибирской). Новосибирск: Наука. 347 с.
- Исаев А.С., Рожков А.С., Киселев В.В., 1988. Черный пихтовый усач. Новосибирск: Наука. 272 с.
- Красная книга РСФСР (животные), 1983. М.: Россельхозиздат. 454 с.
- Красная книга Амурской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов: официальное издание, 2009. Благовещенск: Изд-во БГПУ. 446 с.
- Красная книга Приморского края. Животные. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, 2005. Владивосток: Апельсин. 408 с.
- Красная книга Российской Федерации. Животные, 2001. М.: Астрель. 860 с.
- Красная книга Хабаровского края: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных: официальное издание, 2008. Хабаровск: Приамурские ведомости. 452 с.
- Куприн А.В., 2010. Репродуктивное поведение имаго реликтового усача (*Callipogon relictus* Sem., 1899) // Ломоносов – 2010: Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых; секция “Биология”; Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, биологический факультет: Тезисы докладов. М.: МАКС Пресс. С. 124. – 2012. Экология и биология жесткокрылых (Coleoptera) в долинных лесах Уссурийского заповедника. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: БПИ ДВО РАН. 19 с.

- Куприн А.В., Безбородов В.Г., 2012. Ареал реликтового усача *Callipogon relictus* Semenov, 1899 (Coleoptera, Cerambycidae) на Дальнем Востоке России // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. № 4. С. 459–463.
- Любарский Л.В., 1953. К биологии и экологии дровосека гиганта *Callipogon (Eoxenus) relictus* Sem. (Coleoptera, Cerambycidae) // Энтомологическое обозрение. Т. 33. С. 95–102.
- Мамаев Б.М., Данилевский М.Л., 1975. Личинки жуков-дровосеков. М.: Наука. 284 с.
- Семенов А.П., 1899. *Callipogon (Eoxenus) relictus*, sp. n. представитель неотропического рода дровосеков (Cerambycidae) в русской фауне // Труды Русского энтомологического общества. № 32. С. 562–580.
- Фасулати К.К., 1971. Полевое изучение наземных беспозвоночных. М.: Высшая школа. 423 с.
- Цуриков М.Н., Цуриков С.Н., 2001. Природосберегающие методы исследования беспозвоночных животных в заповедниках России // Труды ассоциации особо охраняемых природных территорий Центрального Черноземья России. Вып. 4. 130 с.
- Черепанов А.И., 1979. Усачи Северной Азии (Prioninae, Desteniinae, Lepturinae, Aseminae). Новосибирск: Наука. 216 с.
- Яковлев Л.М., 1945. Материалы по биологии *Callipogon (Eoxenus) relictus* Sem. // Известия Клуба естествознания и географии Христианского Союза молодых людей. Харбин. Вып. 1. С. 35–41.
- Bong K.B., Tae S.K., Gap J.W., 2007. Occurrence of *Callipogon relictus* Semenov (Coleoptera: Cerambycidae) in the Gwangneung Forest, Korea with Suggestions for the Conservation // Korean Journal of Applied Entomology. V. 46. № 1. P. 19–25.
- Lim J., Kim M., Kim I.-K., Jung S., Lim J.-S., et al., 2013. Molecular identification and larval description of *Callipogon relictus* Semenov (Coleoptera: Cerambycidae), a natural monument of South Korea // Journal of Asia-Pacific Entomology. V. 16. P. 223–227.
- Li J., Drumont A., Xueping Z., Meixiang G., Wei Z., 2012. The checklist of Northeast China's subfamily Prioninae and biological observation of *Callipogon (Eoxenus) relictus* Semenov-Tian-Shanskij, 1899 (Coleoptera, Cerambycidae, Prioninae) // Les Cahiers Magellanes. 7 p.
- Murayama J., 1936. On the larva and food plants of *Callipogon relictus* Semenov // Japanese Journal of Entomology. V. 10. № 6. P. 280–290.

DEVELOPMENTAL BIOLOGY AND ECOLOGICAL PECULIARITIES OF THE RELICT LONGHORNED BEETLE (*CALLIPOGON RELICTUS* SEMENOV 1899, COLEOPTERA, CERAMBYCIDAE)

A. V. Kuprin¹, V. G. Bezborodov², Dae-Am Yi³, A. K. Kotlyar¹

¹Ussuri Nature Reserve, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Ussuriisk 692519, Russia
e-mail: kypriks@mail.ru

²Amur Botanical Garden Institute, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Blagoveshchensk 675018, Russia

³Center for the Study of Insect Ecology, Yeongwol 230805, South Korea

The developmental biology of the relict longhorn beetle was studied from egg to adult in the laboratory for the first time. The dynamics of age molting of immature stages and morphometric characteristics are considered. Using the modern methods, the location of larvae within the trunk body was investigated. The reproductive behavior and the process of egg laying in the species are described. The individual development of *Callipogon relictus* Semenov 1899 at the constant temperature and humidity was found to take 44 months in laboratory conditions suggesting at least a four-generation species in nature.

Keywords: relict longhorned beetle, *Callipogon relictus* Semenov 1899, developmental biology, ecology, Russian Far East.