

ЧТЕНИЯ ПАМЯТИ АЛЕКСЕЯ ИВАНОВИЧА КУРЕНЦОВА

A. I. Kurentsov's Annual Memorial Meetings

2019

вып. XXX

<https://doi.org/10.25221/kurentzov.30.9>

<http://zoobank.org/References/74A3F9CD-A506-4104-8D88-FDF867D757BE>

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАЗВИТИЕ КСИЛОБИОНТНЫХ
ЖЕСТКОКРЫЛЫХ НА ПРИМЕРЕ *CALLIPOGON RELICTUS*
(COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE, PRIONINAE)**

А.В. Куприн¹, Ди Ам И²

¹ Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, г. Владивосток

E-mail: kyprins@mail.ru

² Центр по изучению экологии насекомых, г. Йонгвол, Республика Корея

E-mail: 2bigstone@hanmail.net

Приводятся первые данные о влиянии температуры на сроки развития и формирование экзогенных морфологических аномалий, возникающих при выведении реликтового усача (*Callipogon relictus* Semenov, 1899) в лабораторных условиях. Наибольшая частота их отмечена на стадии куколки, поэтому, можно предположить, что у ксилобионтных жуков, на завершающих стадиях онтогенеза температура и влажность имеют определяющее значение. Установлено, что при разведении личинок на «грибковой» диете при повышении температуры сроки развития личинок сокращаются, а число возрастных линек увеличивается в 2 раза.

Температура и влажность среды – ведущие экологические факторы для насекомых и других пойкилотермных организмов, оказывающих прямое влияние на скорость их развития, регулирующие сезонные жизненные циклы, продолжительность развития, массу тела и плодовитость особей (Лопатина, 2018). К настоящему накоплен значительный материал и проведены исследования о выяснении влияния температуры и других параметров среды на развитие насекомых в различных географических и природных зонах (Groeters, 1992; Honek, 1996), в лабораторных условиях, также получены важные данные о влиянии этих факторов на развитие многих групп насекомых (Saska, Honk, 2003; Saska et

al., 2014; Nakamura, 2002; Лопатина, 2018). Сведения о влиянии температуры и влажности на развитие жуков-прионин в лабораторных условиях отсутствуют, так как исследование биологии развития ксилобионтных жесткокрылых (sargolytic beetles) связано с разработкой трудоемкой методики воспитания их личинок, обработкой куколок и содержания имаго.

Цель работы – изучить влияние температуры и влажности на скорость (сроки) развития и формирование морфологических аномалий в процессе онтогенеза ксилобионтных жесткокрылых на примере реликтового усача (*Callipogon relictus* Semenov, 1899).

Материал и методы

Изучение морфологических аномалий. Материалы для настоящей статьи были получены в ходе разработки методов лабораторного разведения и содержания редкого представителя семейства усачей – *Callipogon relictus* Semenov, 1899, который распространен в Восточной Азии и относится к редким и исчезающим видам (Kim et al., 1976, Kurpin, Bezborodov 2012, Li et al., 2012, Kurpin 2016, Yi et al., 2018). Разработанные нами методы лабораторного разведения данного вида подробно изложены ранее (Kurpin et al., 2014, Yi et al., 2017b).

Дополнительно изучены собранные в различных частях ареала экземпляры, хранящиеся в следующих научных институтах: Зоологический институт РАН (Санкт-Петербург, Россия), Зоологический музей МГУ им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия), ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН (Владивосток, Россия), Университет Корё (Сеул, Республика Корея), Центр по изучению экологии насекомых (Йонгволь, Республика Корея) и Институт Зоологии Китайской академии наук (Пекин, Китайская Народная Республика). Коллекция имаго и преимагинальных стадий, полученных нами в лаборатории, хранятся в Центре по изучению экологии насекомых и ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН.

Номенклатура морфологических аномалий жуков приведена по работе Ж. Балажука (1948) с дополнениями и изменениями Ю.А. Присного (2009).

Изучение влияния температуры на скорость (сроки) развития жуков. Исследование влияния температуры на продолжительность развития *C. relictus* проводилось на разработанной нами «грибковой диете» («fungal diet») (Yi et al., 2017b). Отродившихся личинок первого возраста (n=50) поместили в контейнеры с грибковым субстратом и содержали в климатических инкубаторах при температуре 20, 25, 30, 35 и 40°C (по 10 личинок при каждом температурном режиме). Осмотр, взвешивание и измерение биометрических параметров развивающихся личинок проводили один раз в неделю. Подробный протокол данного исследования находится в печати (Yi et al., 2019).

Результаты и обсуждение

Влияние температуры и влажности на формирование тератозов у личинок и имаго. В результате проведенных исследований изучено более 200 экземпляров имаго реликтового усача, собранных в различных частях ареала и

около 120 экземпляров преимагинальных стадий и имаго, полученных в лабораторных условиях. Наиболее часто встречающиеся аномалии имаго, личинок и куколок были сгруппированы и представлены на рисунке 1.

У личинок отмечены кольцевые аномалии сегментов тела (рис. 1а.), а в некоторых случаях единичные опухолевоподобные уплотнения, которые образовывались после линьки личинки и связаны с замедленной склеротизацией покровов, также можно предположить, возникновение данных аномалий обусловлено деятельностью ксилобионтных клещей или иных микроорганизмов (Yi et al., 2017a).

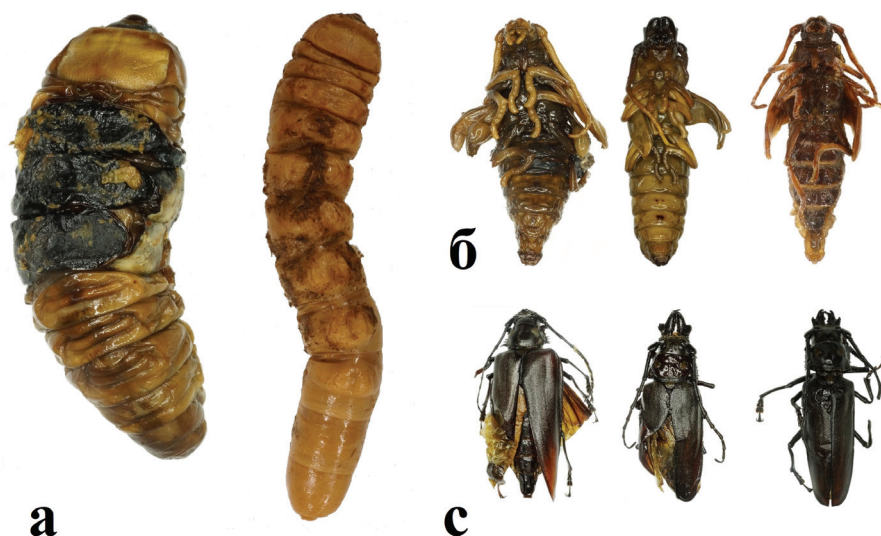


Рис. 1. Различные виды тератозов у преимагинальных стадий и имаго *Callipogon relictus* в процессе онтогенеза (по: Yi et al., 2017a, с изменениями).

Наиболее распространенной аномалией у куколок и имаго усача (как в лаборатории, так и в природе) является трематэлитрия – перфорация надкрылий в результате локального отмирания гиподермы до формирования имагинальной кутикулы (рис 1 б, с.). Подобные случаи, также часто отмечены у представителей других групп жуков (*Carabus cancellatus* Ill., *Silpha carinata* Hbst., *Silpha obscura* L., *Tenebrio molitor* L.) (Присный, 2009). Отмечены случаи брахэлитрии – укорочение или редукция дистальной части, уменьшение размеров надкрылий и как следствие неполное расправление надкрылий при выходе имаго. В лабораторном эксперименте при скрещивании самца с брахэлитрией с нормальной самкой было получены личинки, из которых отродились имаго без морфологических аномалий. Кроме вышеперечисленных аномалий надкрылий у имаго обнаружены иные деформации придатков тела (мандибул, усиков, щупиков и ног) (рис. 1.).

При обработке коллекционного материала из Зоологического института РАН (Санкт-Петербург, Россия) найден карликовый экземпляр (1 самец, Приморский (Уссурийский) край, село Яковлевка, 23.07.1926, D. Filipjev det.) с длиной тела – 3.18 см. Карликовость у насекомых может быть вызвана как экзогенными факторами (дефицитом пищи и снижением средних температур и влажности во время онтогенеза, плотность популяции), так и эндогенными (совокупным действием многих генов или патологическим нарушением деятельности желез внутренней секреции) (Wigglesworth, 1967).

Характер описываемых случаев тератозов у *C. relictus*, а также проведенный анализ литературных данных позволяют предположить, что они могут встречаться у всех представителей жуков прионин (Prioninae). К наиболее часто встречающимся отклонениям можно отнести все случаи деформации надкрылий, их перфорацию, нарушение жилкования крыла и аномалии ног (около 80% изученных экземпляров). Наши исследования показали, что возникновение такого рода аномалий вызвано, как правило, изменением температурного режима, влажности, или механическое повреждение личинок и куколок при проведении биоморфологических измерений.

Можно предположить, что в природных условиях возникновение аномалий на последних стадиях развития этого вида, также связано с резким изменением микроклимата внутри куколочной колыбельки, сооружаемой личинкой VI возраста, или частичному и полному разрушению колыбельки как животными, так и растениями. При уменьшении влажности происходит усыхание куколочных покровов, что затрудняет высвобождение имаго от остатков экзuvia, появляются аномалии, выражающиеся в полной или частичной деформации надкрылий, атрофии конечностей, усиков и других придатков тела. Увеличение влажности при сформированном жуке приводит к его гибели или поражению покровов тела в процессе склеротизации покровов молодых жуков, а у личинок – развитие различных гематом и уплотнений в виде опухолей и наростов. В лабораторных условиях, при изменении влажности, у куколок происходит ритмичное изменение окраски – буро-коричневая окраска тела светлеет, или наоборот становится насыщенно темной (Yi et al., 2017a).

Влияние температуры на скорость (сроки) развития личинок. По разным данным, продолжительность развития реликтового усача варьирует от 7 до 72 месяцев и зависит от субстрата, в котором проходит развитие его личинок, температуры и влажности (рис. 2.) (Li et al., 2012; Kuprin et al., 2014; Yi et al., 2017b; Yi et al., 2019).

Наши эксперименты по выведению жуков при разных температурах, показали, что оптимальная температура для быстрого разведения *C. relictus* на грибковой диете составляет 30°C, имаго стали выходить из куколочных колыбелек синхронно через 7 месяцев. Первая линька произошла на шестые сутки практически у всех особей, личинки линяли 11 раз, установлено 12 возрастов, продолжительность развития предкуколки 1 неделя, а куколки – 1 месяц. При этом в экспериментах, проведенными нами в 2012-2014 гг., при температуре 25°C (без грибковой диеты), линьки личинок происходили в среднем один раз в шесть месяцев и общая продолжительность развития жука

от стадии яйца до имаго составила 44 месяца (Kurpin et al., 2014). Следует отметить, что при развитии жука на грибковой диете при температуре 25°C имаго вышли через 11 месяцев, установлено 10 возрастов, выживаемость особей – 100% (Yi et al., 2017b). Личинки, развивавшиеся при температурах 35 и 40°C, погибли в первую неделю эксперимента, так как при данных температурах произошло разрушение мицелия гриба и субстрат стал практически не пригодным для дальнейшего его использования ксилобионтами. Результаты исследований и подробный протокол для быстрого разведения *C. relictus* на грибковой диете будут опубликованы в *The Canadian Entomologist* (Yi et al., 2019).

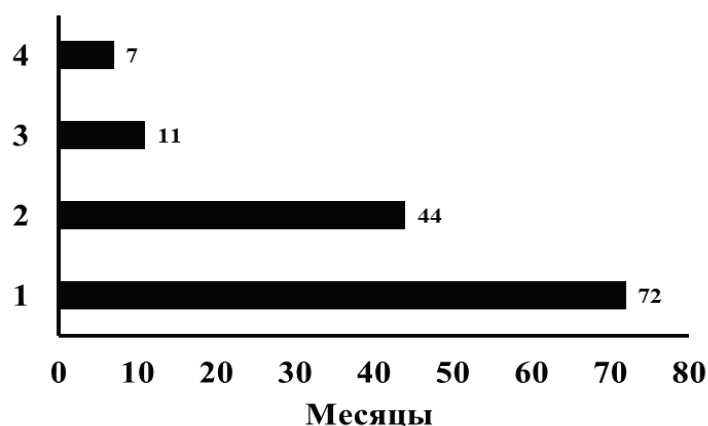


Рис. 2. Продолжительность развития *Callipogon relictus* по разным данным. 1 – Li et al., 2012, 2 – Kurpin et al., 2014, 3 – Yi et al., 2017b, 4 – данное исследование (по: Yi et al., 2019 с изменениями).

Заключение

Получены первые данные о влиянии температуры на сроки развития и формирование экзогенных морфологических аномалий у *Callipogon relictus* в процессе онтогенеза. Наибольшая частота их отмечена на стадии куколки, поэтому, можно предположить, что у ксилобионтных жуков-прионин, на завершающих стадиях онтогенеза температура и влажность имеют определяющее значение. Установлено, что при массовом разведении личинок на грибковой диете при повышении температуры срок развития личинок в лабораторных условиях снижается почти в 10 раз, при этом число их возрастных линек увеличивается в 2 раза. Разработан протокол для «быстрого» разведения реликтового усача в лабораторных условиях на грибковой диете, позволяющий получить взрослых жуков всего за 7 месяцев. Протокол может использоваться для работ, направленных на сохранение и (или) восстановление как популяций отдельных редких видов ксилобионтных жуков, так и их сообществ различного уровня или экосистем в целом.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-34-00323.

ЛИТЕРАТУРА

- Лопатина Е.Б. 2018.** Пластичность температурных норм развития насекомых (обзор). *Евразийский энтомологический журнал*, 17(1): 63–72.
- Присный Ю.А. 2009.** Классификация морфологических аномалий у жесткокрылых насекомых (Coleoptera). *Вестник Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*, 9(11): 72–81.
- Balazuc J. 1948.** La tératologie des coléoptères et expériences de transplantation sur *Tenebrio molitor* L. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 25: 1–293.
- Groeters F.R. 1992.** Geographic conservatism of development rate in the milkweed oleander aphid, *Aphis nerii*. *Acta Oecologica*, 13: 649–661.
- Honek A. 1996.** Geographical variation in thermal requirements for insect development. *European Journal of Entomology*, 3: 303–312.
- Kim C.W., Yoon I.B., Nam S.H. 1976.** On the habitats and habits of *Callipogon relictus* S. (Col. Cerambycidae). *KACN*, 11: 5–16.
- Kuprin A.V. 2016.** The longicorn beetles (Insecta, Coleoptera: Cerambycoidea) of the Ussuri Nature Reserve and adjacent territories. *Far Eastern Entomologist*, 309: 21–28.
- Kuprin A.V., Bezborodov V.G., Yi D.A., Kotlyar A.K. 2014.** Developmental biology and ecological peculiarities of the relict longhorn beetle *Callipogon relictus* Semenov, 1899 (Coleoptera, Cerambycidae). *Entomological Review*, 9: 1251–1256.
- Kuprin A.V., Bezborodov, V.G. 2012.** Areal of *Callipogon relictus* Semenov, 1899 (Coleoptera, Cerambycidae) in the Russian Far East. *Biology Bulletin*, 4: 387–391.
- 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.
- Nakamura K. 2002.** Effect of photoperiod on the size-temperature relationship in a pentatomid bug, *Dolycoris baccarum*. *Journal of Thermal Biology*, 27: 541–546.
- Saska P., Honk A. 2003.** Temperature and development of central European species of *Amara* (Coleoptera: Carabidae). *European Journal of Entomology*, 4: 509–515.
- Saska P., Vlach M., Schmidtova J., Matalin A. 2014.** Thermal constants of egg development in carabid beetles - variation resulting from using different estimation methods and among geographically distant European populations. *European Journal of Entomology*, 5: 621–630.
- Wigglesworth V.B. 1967.** The principles of insect physiology. 6th edition. Methuen and Co., London. 741 pp.
- Yi D.A., Kuprin A.V., Bae Y.J. 2017a.** Morphological anomalies of endangered Korean relict longhorned beetle (*Callipogon relictus* Semenov, 1899) during ontogenesis and possible causes of their occurrence. *Zookeys*, 714: 53–60.
- Yi D.A., Kuprin A.V., Lee Y.H., Bae Y.S. 2017b.** Newly developed fungal diet for artificial rearing of the endangered long-horned beetle *Callipogon relictus* (Coleoptera: Cerambycidae). *Entomological Research*, 6: 373–379.
- Yi D.A., Kuprin A.V., Bae Y.J. 2018.** Distribution of the longhorned beetle *Callipogon relictus* (Coleoptera: Cerambycidae) in Northeast Asia. *Zootaxa*, 4369(1): 101–108.

Yi D.A., Kuprin A.V., Bae Y.J. 2019. Effects of temperature on instar number and larval development in the endangered longhorn beetle *Callipogon relictus* (Coleoptera: Cerambycidae) raised on artificial diet. *Canadian Entomologist*. (in press)

EFFECT OF TEMPERATURE ON THE DEVELOPMENT OF SAPROXYLIC
BEETLES EXEMPLIFIED FOR THE *CALLIPOGON RELICTUS*
(COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE, PRIONINAE)

A.V. Kuprin¹, D.A. Yi²

¹Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern
Branch of Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia
E-mail: kyprins@mail.ru

²Center for the study of Insect Ecology, Yeongwol, Republic of Korea
E-mail: 2bigstone@hanmail.net

This paper describes for the first time influence of temperature and humidity on developmental period and exogenous morphological anomalies that occur during rearing of *Callipogon relictus* Semenov, 1899 in a laboratory conditions. The highest frequency of the anomalies has been observed during pupation. It can be assumed that in beetles of this group, at final stages of ontogenesis, some abiotic factors such as humidity and temperature play an important role. It was established that cultivation of larvae on a 'fungal' diet with increasing temperature, the time of development of the larvae is reduced and the number of age-old molts increases by 2 times.