

Биология, экология и молекулярно-генетическое исследование ильмового пилильщика *Aproceros leucopoda* (Takeuchi, 1939) (Hymenoptera: Argidae) – вредителя вяза в Среднем Поволжье

Biology, ecology and molecular characterization of *Aproceros leucopoda* (Takeuchi, 1939) (Hymenoptera: Argidae), pest of elms in the Middle Volga Region

Н.А. Ленгесова, А.В. Мищенко
N.A. Lengesova, A.V. Mishchenko

ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова», пл. 100-летия Ленина, 4, Ульяновск 432700 Россия

Department of Zoology, Ulyanovsk State Pedagogical University, 100-letyia Lenina sq., 4, Ulyanovsk 432700 Russia. E-mail: a.misch@rambler.ru

Ключевые слова: Hymenoptera, Argidae, *Aproceros leucopoda*, инвазивные виды, молекулярно-генетические исследования, филогения.

Key words: Hymenoptera, Argidae, *Aproceros leucopoda*, invasive species, molecular characterization, phylogeny.

Резюме. В статье приводятся сведения по биологии, морфологии и экологии имаго и преимагинальных стадий ильмового пилильщика – вредителя вяза в условиях Среднего Поволжья. Впервые публикуются сведения по молекулярной характеристике *Aproceros leucopoda*: определена последовательность фрагмента митохондриального гена субъединицы I цитохром с-оксидазы (COI); на основании данных молекулярного анализа определены филогенетические дистанции между видами семейства Argidae.

Abstract. The article deals with information on biology, morphology and ecology imago and preimaginal stages of elm sawfly, pest of elms in the Middle Volga Region. The article presents new data on molecular characterization *Aproceros leucopoda*: sequenced fragment of the mitochondrial cytochrome c-oxidase subunit I gene (COI); defined phylogenetic distances between species of Argidae on the basis of molecular analysis.

Введение

Ильмовый пилильщик-зигзаг *Aproceros leucopoda* (Takeuchi, 1939) – новый для европейской части России инвазивный вид, заселяющий растения рода *Ulmus*. Впервые был описан в Японии (Хоккайдо) в 1939 году [Takeuchi, 1939], где он развивается на *Ulmus japonica* и *U. pumila* [Blank et al., 2010]. В 1995 году приводилось описание данного вида на Дальнем Востоке России [Желоховцев, Зиновьев, 1995]. Впервые в Европе *A. leucopoda* выявлен в Венгрии и Польше в 2003 году, после чего фиксировался в Румынии (2005), Молдове и Украине (2006), Словакии (2007), Австрии (2009) [Blank et al., 2010], Германии и Италии (2011) [Kraus et al., 2011; Zandigiacomo et al., 2011]. В европейской части России отмечен в 2010 году в Краснодарском крае, а уже в 2011 году наблюдалось массовое размножение пилильщика в Ростовской области на *U. pumila* [Артохин и др., 2012; Щуров и др., 2012]. В Среднем

Поволжье впервые выявлен в 2010 году в Ульяновской области также на *U. pumila* [Ленгесова, 2012].

На сегодняшний день *A. leucopoda* имеет палеарктическое распространение; он входит в энтомофауну таких стран, как Германия, Италия, Австрия, Польша, Словакия, Сербия, Румыния, Молдова, Украина, Россия, Китай, Япония [Taeger et al., 2010]. Данному виду уделяется пристальное внимание в связи со все чаще встречающимися вспышками численности и дефолиацией различных видов вязов. В Европе *A. leucopoda* описан как серьезный вредитель *U. davidiana*, *U. glabra*, *U. laciniata*, *U. laevis*, незначительные повреждения отмечены на *U. carpinifolia* и *U. pumila* [Ленгесова, 2012].

На территории Среднего Поволжья *A. leucopoda* является вредителем вяза приземистого *U. pumila*. Этот вид вяза культивируется повсеместно, он широко используется как в городских скверах и парках, так и в поселках, на обочинах дорог, береговых склонах, железнодорожных откосах. Используется и при создании лесозащитных полос. В пределах городской черты вредоносность пилильщика существенно повышается: деревья, используемые для озеленения придорожной полосы, ослаблены антропогенной нагрузкой (токсическое действие выхлопных газов, выбросов промышленных предприятий, реагентов для противогололедной обработки дорог), поэтому дополнительная инвазия личинок *A. leucopoda* приводит к ранней дефолиации и гибели вяза.

Следует также отметить, что молекулярно-генетические исследования *A. leucopoda* ранее не проводились, и в таких базах данных, как BOLD Systems [URL: <http://www.barcodinglife.com>] и GenBank [URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>], отсутствуют сведения о последовательностях ДНК данного вида. При анализе этих баз данных были найдены последовательности участка гена субъединицы I цитохром с-оксидазы (COI) только для

14 достоверно определенных видов семейства Argidae, остальные депонированные в BOLD Systems и GenBank последовательности COI не привязаны к конкретным видам (приводятся только родовые названия).

Ресурс GenBank содержит 54 последовательности насекомых семейства Argidae, из них 18 – это фрагменты цитохром с-оксидазы (COI) длиной от 367 до 1077 п.о., остальные последовательности кодируют eEF1 фактор элонгации трансляции (11), рибосомальную РНК (17), прочее – 8 [URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>]. Ресурс BOLD Systems публикует данные по типированию видов Argidae, основанные только на маркере COI: приводится 46 последовательностей длиной от 156 до 862 п.о. [URL: <http://www.barcodinglife.com>]. Из более чем 900 видов семейства в настоящее время типированы только 15 достоверно определенных видов.

Материал и методы

С 2010 по 2012 год было собрано более 80 имаго и 250 личинок из следующих точек: Ульяновск (парк 40-летия ВЛКСМ, 54°22' с.ш., 48°35' в.д.); Ульяновск (ул. Пархоменко, 54°20' с.ш., 48°22' в.д.), с. Артюшкино (Ульяновская область, Сенгилеевский район, 53°57' с.ш., 48° 26' в.д.), с. Кукушка, (Ульяновская область, Ульяновский район, 54°06' с.ш., 48°16' в.д.), пос. Мирный (Ульяновская область, Чердаклинский район, 54°22' с.ш., 48°43' в.д.). Сбор осуществлялся непосредственно на кормовых растениях *U. rumila* в указанных точках. Имаго фиксировались эфиром и монтировались на энтомологических булавках, определение велось по ключам [Blank et al., 2010], Н.А. Ленгесовой. Личинки и куколки пилильщика помещались вместе с листьями *U. rumila* в чашки Петри для выкармливания и выведения. В ходе полевых выездов в указанные точки Среднего Поволжья также проводилась визуальная оценка повреждений листьев *U. rumila*, вызываемых пилильщиком.

Для молекулярно-генетических исследований брался только выводной материал. Выделение и амплификация ДНК осуществлялась на базе Института биологии гена РАН (Москва). Сухие экземпляры пилильщиков (3 экз.) измельчались в лизирующем растворе (ТРИС-НСI pH 7.8 50 мМ), ЭДТА (50 мМ), натрия хлорид (150 мМ), натрия лаурил саркозинат (2.5%), меркаптоэтанол (500 мМ), Протеиназа К (20 мг/мл), N-фенацилтиазолбромид (20 мМ) и выдерживались 24 часа, после чего проводилась фенол-хлороформная экстракция.

Для амплификации использовался фрагмент митохондриального гена субъединицы I цитохром с-оксидазы (COI), Фрагмент гена COI протяженностью 285 нуклеотидов амплифицировали с использованием праймеров: STGGAACAGGATGAACCTGTTTATC (прямой праймер) и TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA (обратный праймер) (подбор праймеров осуществлен с помощью ресурса Primer3Plus [URL: <http://www.bioinformatics.nl/cgi-bin/primer3plus/primer3plus.cgi>],

синтез осуществлен компанией Евrogen (Москва)).

Реакционная смесь для полимеразной цепной реакции содержала следующие компоненты: 1x буфер, дезоксирибонуклеотидтрифосфаты (dNTP) (250 мкМ), праймеры (0.25 мкМ), Taq-полимераза (10 ед.), деионизированная вода, матрица ДНК. Амплификацию проводили при следующих условиях: 1 этап (денатурация ДНК) – 5 мин при 95 °С; 2 этап (денатурация, отжиг праймеров, элонгация) – 25 с при 95 °С, 25 с при 55 °С, 30 с при 72 °С (всего 35 циклов), 3 этап (достройка цепей ДНК) – 5 мин при 72 °С. Результат амплификации фрагментов ДНК проводили при аналитическом электрофорезе в 1%-м агарозном геле.

Последовательность нуклеотидов амплифицированного участка гена COI определяли на базе Института вирусологии РАН (Москва), анализ и корректировку фрагмента проводили в программе Sequence Scanner 2 software (Life Technologies Corporation) [URL: <http://www.lifetechnologies.com>]. Полученную последовательность выравнивали с имеющимися в базах данных BOLD Systems [URL: <http://www.barcodinglife.com>] и GenBank [URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>] фрагментами гена COI для 14 видов семейства Argidae из 5 подсемейств: Arginae, Atomacerae, Dielocerinae, Eriogeninae и Sterictiphorinae. Выравнивание осуществлялось в программе ClustalW2 (EMBL-EBI) [URL: <http://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/clustalw2>], построение филогенетических деревьев и определение генетических дистанций – с использованием пакета программ MEGA [URL: <http://www.megasoftware.net>].

В программе MEGA 4 построение деревьев осуществлялось методами ближайших соседей (Neighbor-Joining, NJ) и минимальной эволюции (Minimum Evolution, ME), для проверки устойчивости филогенетических конструкций использовался бутстреп-тест.

Результаты и обсуждение

Биология и экология ильмового пилильщика. Имаго представлены исключительно партеногенетическими самками (рис. 1). Длина тела 5–7 мм. Голова черная, блестящая, мелко пунктированная. Глаза далеко отходят от основания жвала. Антенны трехчлениковые, 3-й членик усика значительно длиннее, чем 1-й и 2-й вместе взятые. Наличник слабовеячатый. Окраска груди от желто-бурой до почти черной. Волоски груди светлые. Щитик среднеспинки без шва (т.е. посттергит отсутствует). Мезостернум трапециевидный, ограничен швами. Крылья от почти прозрачных до сероватых, жилки бурые. На переднем крыле вторая радиальная жилка отсутствует, радиальная ячейка открытая, анальная ячейка стебельчатая. На заднем крыле одна анальная ячейка. Ноги светлые, лапки буроватые. Коготок резко изогнут. Голени без надвершинных шпор. Окраска брюшка буроватая, ползки яйцеклада слиты по всему верхнему краю.

Зимуют личинки пилильщика в стадии эонимфы (взрослой личиночной формы, закончившей питание). Весной происходит окукливание, взрослые особи

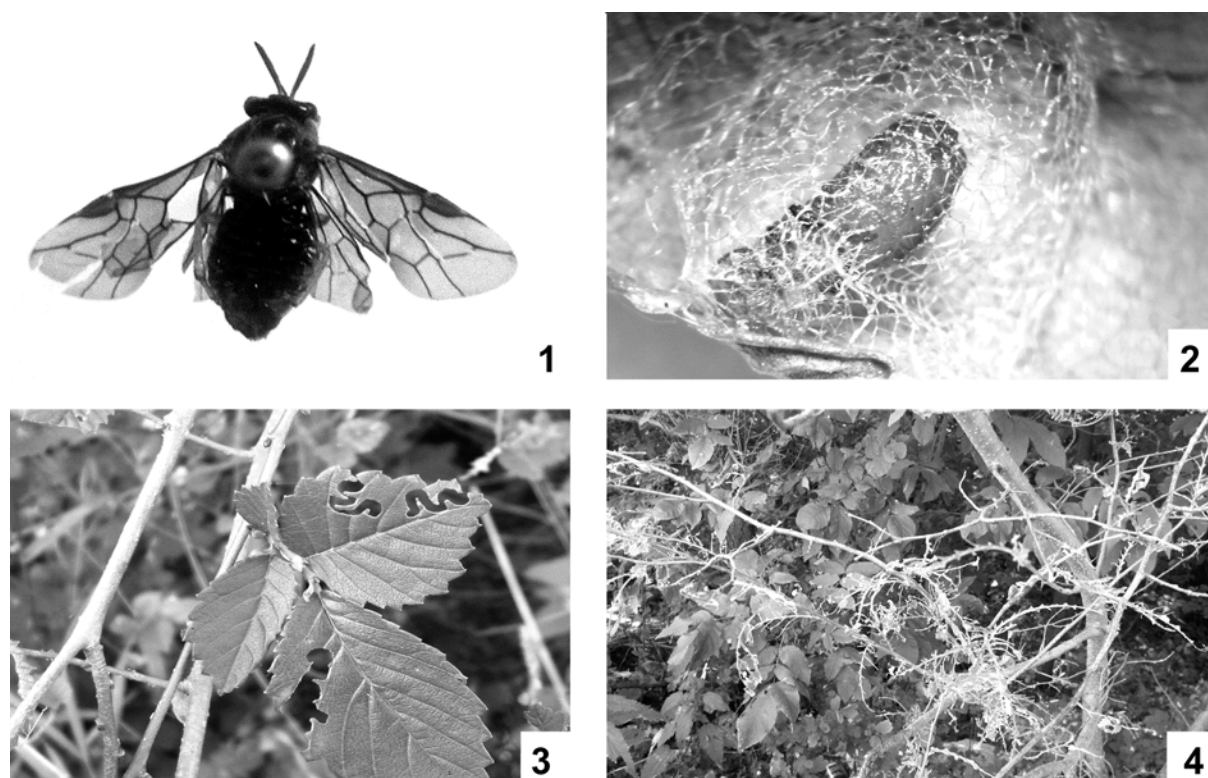


Рис. 1–4. Стадии развития *Aproceros leucopoda* (Takeuchi, 1939) и повреждения на *Ulmus pumila*.
1 – имаго пилильщика; 2 – кокон пилильщика; 3 – повреждения вяза на ранней стадии развития личинок *A. leucopoda*; 4 – повреждения вяза на поздней стадии развития личинок *A. leucopoda*.

Fig. 1–4. Stages of *Aproceros leucopoda* (Takeuchi, 1939) and defoliated *Ulmus pumila*.

1 – imago of elm sawfly; 2 – cocoon of elm sawfly; 3 – feeding tracks of first instar larvae of *A. leucopoda*; 4 – defoliated tree with last instar larvae of *A. leucopoda*.

вылетают через 5–7 дней. Кладка яиц происходит в конце мая в разворачивающиеся листья *U. pumila*, по одному на краевые зубцы листовых пластинок. Яйцо округлое, прозрачное, около 1 мм. Из яиц отрождаются личинки, которые активно питаются. В начале они своеобразно выедают лист в виде зигзага, что дает основание в некоторых источниках называть вид *A. leucopoda* ильмовым пилильщиком-зигзагом. Затем выедается вся листовая пластинка. После завершения питания плетут решетчатый светлый кокон, который прикрепляется обычно на нижней стороне листа (рис. 2). Таким образом, на крупных листьях остаются только жилки, а мелкие листочки могут быть полностью съедены (рис. 3, 4). Личинки младших возрастов встречаются по 3–6 экз. на одном листе среднего размера, взрослые личинки – по 1–2 на листе. Тело личинки от светло-зеленого до зеленого цвета. Голова ортогнатная, желтая, с черной поперечной полосой. Ротовой аппарат грызущего типа. Грудные ноги хорошо развиты.

В лабораторных условиях личинки активно питаются при освещении, при выключении света сворачиваются кольцом у центральной жилки. Личинки проходят шесть возрастных стадий и заканчивают развитие в течение 10–14 дней. Взрослые личинки летнего поколения плетут легкий прозрачный или зеленоватый кокон и окукливаются на деревьях. Окраска куколки светлая, с непрочными покровами.

В последний период фазы куколки сквозь оболочку просвечиваются пигментированные части имаго: антенны, глаза, ротовые придатки. Куколка находится в плетеном овальном коконе, который предохраняет ее от неблагоприятных воздействий. Зимующее поколение строит более плотный коричневатый кокон, который остается в листовом опаде или неглубоко в почве. Продолжительность жизни одного поколения в условиях Среднего Поволжья около одного месяца. На территории Среднего Поволжья достоверно установлено два поколения в 2012 году. Отмечен одномоментный выход личинок первого поколения в начале июня, выход второго поколения был более растянут – с начала июля до середины месяца, что дает основания предполагать наличие третьего поколения этого вида (последнее предположение нуждается в проверке). Последние личинки *A. leucopoda* на изучаемой территории в 2012 году были зафиксированы 26 июля [Ленгесова, 2012].

Повреждения кормового растения. На территории Среднего Поволжья личинки были встречены исключительно на листьях вяза приземистого *U. pumila*. Причем когда листья этого вида вяза были почти полностью съедены, рядом стоящий вяз шершавый *U. glabra* был абсолютно неповрежденным. Личинки *A. leucopoda*, активно питаясь листьями, вызывали серьезное повреждение деревьев, что приводило к стопроцентной дефолиации. После

повреждения листьев личинками первого поколения многие деревья вяза успели дать новые листья, которые снова были сильно заражены личинками уже второго поколения. Потеря листьев снижает эстетическую ценность дерева и ослабляет его жизнестойкость, что может привести к его засыханию. Последнее возможно в случае, если вспышка численности вредителя будет продолжаться 2–3 года (что обычно для данного вида на территории Европы). Лимитирующим фактором в условиях Среднего Поволжья может быть достаточно холодная и малоснежная зима, которая должна существенно снизить численность ильмового пилильщика.

Молекулярно-генетический анализ и филогения.

Определена последовательность нуклеотидов фрагмента гена субъединицы I цитохром с-оксидазы *A. leucopoda* (285 п.н.). Данная последовательность депонирована в GenBank (accession number KF002356).

В мировой фауне насчитывается около 900 видов семейства Argidae, из которых более 60 распространены в Европе. Среди видов Argidae множество вредителей, объедающих листья культивируемых растений, в том числе *A. leucopoda* [Blank et al., 2010]. Несмотря на большое хозяйственное значение представителей семейства, к настоящему времени определены и внесены в базы данных нуклеотидные последовательности участка гена COI только 14 достоверно определенных видов Argidae [URL: www.barcodinglife.org, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>].

Для определения места *A. leucopoda* в филогенетическом древе семейства проведено сравнение и выравнивание определенного нами участка гена субъединицы I цитохром с-оксидазы с имеющимися в базе BOLD Systems [URL: www.barcodinglife.org] последовательностями этого гена длиной от 366 до 862 пар нуклеотидов для следующих видов: *Arge cyanocrocea* (Forster, 1771) (ID EF032221), *A. nigripes* (Retzius, 1783) (ID: AF146680), *A. ustulata* (Linnaeus, 1758) (ID: JQ649495) (подсемейство Arginae), *Themos mayi* (Smith, 2003) (ID: 06-SRNP-32280) (подсемейство Dielocerinae), *Eriglenum crudum* (Konow, 1901) (ID: 85-SRNP-404), *E. tristum* (Smith, 1992) (ID: 03-SRNP-11953), *Sericoceros vumirus* (Smith, 1992) (ID: 00-SRNP-3082) (подсемейство Erigleninae), *Didymia jonesi* (Smith, 2003) (ID: 00-SRNP-9026), *Durgoa mattogrossensis* (Malaise, 1937) (ID: 99-SRNP-10216), *Schizocerella lineata* (Rohwer, 1909) (ID: EF190576), *S. pilicornis* (Holmgren, 1868) (ID: EF190574), *Sterictiphora furcata* (Villers, 1789) (ID: EF032222), *Trochophora lobata* (Erichson, 1848) (ID: 96-SRNP-1656) (подсемейство Sterictiphorinae). В базе данных GenBank взята последовательность для вида *Atomacera debilis* (Say, 1836) (подсемейство Atomacerinae) (ID: GQ374618.1) [URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>].

Филогенетические деревья, построенные методами ближайших соседей (Neighbor-Joining, NJ) и минимальной эволюции (Minimum Evolution, ME) с использованием пакета программ MEGA [URL: <http://www.megasoftware.net>], имеют сходную топологию, но, как и ожидалось, высокую бутстреп-поддержку имеют только клады, объединяющие виды, относящиеся к

двум родам: *Arge* (Schrank, 1802) и *Schizocerella* (Forsius, 1927) (поддержка от 94 до 100%). Исследуемый вид *A. leucopoda* объединен с *Themos mayi* (из другого подсемейства) с бутстреп-поддержкой 33–40%, что не дает основания с высокой степенью достоверности судить о родстве этих видов. В таблице 1 приводятся генетические дистанции для исследованных видов; показано, что при сравнении расстояний между *A. leucopoda* и прочими представителями семейства Argidae дистанция для пары видов *A. leucopoda* и *T. mayi* оказывается минимальной (0.164). Из-за слабой бутстреп-поддержки полученные филогенетические деревья не приведены.

Следует также отметить, что *A. leucopoda* – восточноазиатский вид, распространившийся в Европу из Японии и Дальнего Востока за относительно короткий промежуток времени, чему предположительно способствовал антропогенный перенос, а *Themos mayi* – сравнительно недавно описанный вид из Центральной Америки (Коста-Рика), где заселяет мелиосму *Meliosma idioroda* (Sabiaceae) [Smith, Janzen, 2003]. Возможно, дальнейшее изучение и определение нуклеотидных последовательностей гена COI видов из родов *Aproceros* (Malaise, 1931) и *Themos* (Norton, 1867) позволит подтвердить родство между таксонами. Род *Aproceros* характеризуется палеарктическим распространением и насчитывает 9 видов, описанных в основном из Китая и Японии [Taeger et al., 2010]. Род *Themos* содержит 12 видов, найденных в Южной Америке от Венесуэлы до Бразилии [Smith, Janzen, 2003].

Заключение

В последние десятилетия все более актуальной становится проблема изучения вредителей культивируемых растений, распространившихся из естественных мест обитания, иногда в значительной степени отдаленных, на новые территории и вызывающих угнетение и гибель растений. Актуальность исследования биологических особенностей инвазивных видов, подкрепляемая молекулярно-генетическими данными, не вызывает сомнений и повышается в связи с появлением все новых насекомых-вселенцев, ранее не встречавшихся в данных районах. Процесс инвазии ускоряется антропогенным переносом, отсутствием естественных врагов и болезней в новых условиях обитания, обилием кормовых растений, выращиваемых человеком. Изучение происхождения вредоносных видов, а также поиск в их естественных ареалах лимитирующих факторов (паразиты, хищники и пр.), обеспечивающих контроль численности вселенцев, позволит найти альтернативу химическим методам борьбы и сохранить естественную энтомофауну в регионах, где инвазии фитофагов особенно актуальны.

Описанные в статье особенности ильмового пилильщика *A. leucopoda*, а также предпринятая попытка установить филогению вида на основе анализа последовательностей ДНК, вносят вклад в познание его биологии, обобщают уже имеющиеся данные о его распространении и вредоносности.

Таблица 1. Генетические дистанции между изученными видами семейства Argidae (определены в программе MEGA 4).
Table 1. Genetic distances between species of Argidae (this analysis was executed using the program MEGA 4).

Виды семейства Argidae / Species of the family Argidae	<i>Arge ustulata</i>	<i>Themos mayi</i>	<i>Sericoceros vumirus</i>	<i>Eriglenum tristum</i>	<i>Schizocerella lineata</i>	<i>Schizocerella pilicornis</i>	<i>Durgoo mattogrossensis</i>	<i>Trochophora lobata</i>	<i>Didymia jonesi</i>	<i>Eriglenum crudum</i>	<i>Sterictiphora furcata</i>	<i>Aproceros leucopoda</i>	<i>Atomacera debilis</i>	<i>Arge nigripes</i>	<i>Arge cyanocrocea</i>
<i>Arge ustulata</i>	–	0.195	0.229	0.249	0.212	0.206	0.179	0.207	0.235	0.287	0.210	0.223	0.259	0.202	0.095
<i>Themos mayi</i>	0.195	–	0.204	0.215	0.200	0.209	0.175	0.205	0.274	0.242	0.254	0.164	0.273	0.239	0.194
<i>Sericoceros vumirus</i>	0.229	0.204	–	0.211	0.210	0.210	0.215	0.196	0.255	0.305	0.240	0.237	0.274	0.235	0.254
<i>Eriglenum tristum</i>	0.249	0.215	0.211	–	0.210	0.194	0.164	0.184	0.225	0.292	0.229	0.207	0.234	0.214	0.243
<i>Schizocerella lineata</i>	0.212	0.200	0.210	0.210	–	0.068	0.181	0.170	0.232	0.296	0.233	0.251	0.267	0.232	0.273
<i>Schizocerella pilicornis</i>	0.206	0.209	0.210	0.194	0.068	–	0.161	0.189	0.211	0.296	0.226	0.250	0.255	0.254	0.266
<i>Durgoo mattogrossensis</i>	0.179	0.175	0.215	0.164	0.181	0.161	–	0.160	0.236	0.297	0.248	0.206	0.245	0.234	0.205
<i>Trochophora lobata</i>	0.207	0.205	0.196	0.184	0.170	0.189	0.160	–	0.198	0.290	0.246	0.249	0.273	0.231	0.211
<i>Didymia jonesi</i>	0.235	0.274	0.255	0.225	0.232	0.211	0.236	0.198	–	0.333	0.247	0.267	0.377	0.285	0.256
<i>Eriglenum crudum</i>	0.287	0.242	0.305	0.292	0.296	0.296	0.297	0.290	0.333	–	0.286	0.263	0.325	0.321	0.247
<i>Sterictiphora furcata</i>	0.210	0.254	0.240	0.229	0.233	0.226	0.248	0.246	0.247	0.286	–	0.207	0.301	0.244	0.194
<i>Aproceros leucopoda</i>	0.223	0.164	0.237	0.207	0.251	0.250	0.206	0.249	0.267	0.263	0.207	–	0.286	0.211	0.207
<i>Atomacera debilis</i>	0.259	0.273	0.274	0.234	0.267	0.255	0.245	0.273	0.377	0.325	0.301	0.286	–	0.249	0.236
<i>Arge nigripes</i>	0.202	0.239	0.235	0.214	0.232	0.254	0.234	0.231	0.285	0.321	0.244	0.211	0.249	–	0.221
<i>Arge cyanocrocea</i>	0.095	0.194	0.254	0.243	0.273	0.266	0.205	0.211	0.256	0.247	0.194	0.207	0.236	0.221	–

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации, грант МК-2009.2012.4, а также Министерства образования и науки РФ, соглашение № 14.В37.21.0196.

Литература

- Артохин К.С., Игнатова П.К., Терсков Е.Н. 2012. Новые для фауны Ростовской области, в том числе инвазионные, виды насекомых // Кавказский энтомологический бюллетень. 8(2): 199–202.
- Желоховцев А.Н., Зиновьев А.Г. 1995. Список пилильщиков и рогахвостов (Hymenoptera, Symphyta) фауны России и сопредельных территорий // Энтомологическое обозрение. 74(2): 395–415.
- Ленгесова Н.А. 2012. Ильмовый пилильщик (*Aproceros leucopoda* Takeuchi, 1939) – новый для территории Ульяновской области вредитель вяза // Природа Симбирского Поволжья. 13: 136–139.
- Щуров В.И., Гниненко Ю.И., Ленгесова Н.А., Гниненко М.Ю. 2012. Ильмовый пилильщик в европейской части России // Защита и карантин растений. 2: 37–39.
- Blank S.M., Hara H., Mikulás J., Csóka G., Ciornei C., Constantineanu R., Constantineanu I., Roller L., Altenhofer E., Huflejt T., Véték G. 2010. *Aproceros leucopoda* (Hymenoptera: Argidae): An East Asian pest of elms (*Ulmus* spp.) invading Europe // European Journal of Entomology. 107: 357–367.
- BOLD Systems. URL: <http://www.barcodinglife.com>.
- EMBL-EBI. URL: <http://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/clustalw2>.
- GenBank. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>.
- Kraus M., Liston A.D., Taeger A. 2011. Die invasive Zick-Zack-Ulmenblattwespe *Aproceros leucopoda* Takeuchi, 1939 (Hymenoptera: Argidae) in Deutschland // Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie. 25(3): 117–119.
- Life Technologies Corporation. URL: <http://www.lifetechnologies.com>.
- MEGA: Molecular Evolutionary Genetics Analysis. URL: <http://www.megasoftware.net>.
- Primer3Plus. URL: <http://www.bioinformatics.nl/cgi-bin/primer3plus/primer3plus.cgi>.
- Smith D.R., Janzen D.H. 2003. Food plants and life histories of sawflies of the family Argidae (Hymenoptera) in Costa Rica, with descriptions of two new species // Journal of Hymenoptera Research. 12: 193–208.
- Taeger A., Blank S.M., Liston A.D. 2010. World Catalog of Symphyta (Hymenoptera) // Zootaxa. 2580: 1–1064.
- Takeuchi K. 1939. A systematic study on the suborder Symphyta (Hymenoptera) of the Japanese Empire // Tenthredo. 2: 393–439.
- Zandigiaco P., Cargnus E., Villani A. 2011. First record of the invasive sawfly *Aproceros leucopoda* infesting elms in Italy // Bulletin of Insectology. Department of Agroenvironmental Sciences and Technologies. 64(1): 145–149.

References

- Artokhin K.S., Ignatova P.K., Terskov E.N. New insects including invasive species for the fauna of Rostov Region (Russia). *Caucasian Entomological Bulletin*. 8(2): 199–202 (in Russian).
- Blank S.M., Hara H., Mikulas J., Csoka G., Ciornei C., Constantineanu R., Constantineanu I., Roller L., Altenhofer E., Huflejt T., Vetek G. 2010. *Aproceros leucopoda* (Hymenoptera: Argidae): An East Asian pest of elms (*Ulmus* spp.) invading Europe. *European Journal of Entomology*. 107: 357–367.
- BOLD Systems. Available at: <http://www.barcodinglife.com>.
- EMBL-EBI. Available at: <http://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/clustalw2>.
- GenBank. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>.
- Kraus M., Liston A.D., Taeger A. 2011. Die invasive Zick-Zack-Ulmenblattwespe *Aproceros leucopoda* Takeuchi, 1939 (Hymenoptera: Argidae) in Deutschland. *Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie*. 25(3): 117–119.
- Lengesova N.A. 2012. Elm sawfly (*Aproceros leucopoda* Takeuchi, 1939) – new to the territory of Ulyanovsk Region pest of elm. *Priroda Simbirskogo Povolzh'ya*. 13: 136–139 (in Russian).
- Life Technologies Corporation. Available at: <http://www.lifetechnologies.com>.
- MEGA: Molecular Evolutionary Genetics Analysis. Available at: <http://www.megasoftware.net>.
- Primer3Plus. Available at: <http://www.bioinformatics.nl/cgi-bin/primer3plus/primer3plus.cgi>.
- Shchurov V.I., Gninenko Yu.I., Lengesova N.A., Gninenko M.Yu. 2012. Elm sawfly in the European part of Russia. *Zashchita i karantin rasteniy*. 2: 37–39 (in Russian).
- Smith D.R., Janzen D.H. 2003. Food plants and life histories of sawflies of the family Argidae (Hymenoptera) in Costa Rica, with descriptions of two new species. *Journal of Hymenoptera Research*. 12: 193–208.
- Taeger A., Blank S.M., Liston A.D. 2010. World Catalog of Symphyta (Hymenoptera). *Zootaxa*. 2580: 1–1064.
- Takeuchi K. 1939. A systematic study on the suborder Symphyta (Hymenoptera) of the Japanese Empire. *Tenthredo*. 2: 393–439.
- Zandigiacomo P., Cargnus E., Villani A. 2011. First record of the invasive sawfly *Aproceros leucopoda* infesting elms in Italy. *Bulletin of Insectology. Department of Agroenvironmental Sciences and Technologies*. 64(1): 145–149.
- Zhelokhovtsev A.N., Zinovjev A.G. 1995. List of sawflies and horntails (Hymenoptera, Symphyta) of Russia and adjacent territories. *Entomologicheskoe obozrenie*. 74(2): 395–415 (in Russian).