

УДК 632.9+595.795:595.78

**АПРОБАЦИЯ МЕТОДА БОРЬБЫ С САМШИТОВОЙ
ОГНЕВКОЙ (*CYDALIMA PERSPECTALIS*) НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО
РАЗВЕДЕНИЯ И ВЫПУСКА В ОЧАГИ ПОРАЖЕНИЯ САМШИТА
КОЛХИДСКОГО СКЛАДЧАТОКРЫЛЫХ ОС-ЭНТОМОФАГОВ –
*EUODYNERUS POSTICUS***

Иванов С. П.¹, Швецов В. А.², Будашкин Ю. И.³, Пузанов Д. В.¹, Жидков В. Ю.¹

¹Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, spi2006@list.ru

²Сочинский национальный парк, Сочи, schvec.vol53@mail.ru

³Карадагская научная станция им. Т. И. Вяземского – природный заповедник РАН, Феодосия, budashkin@ukr.net

В насаждениях самшита колхидского Адлеровского участкового лесничества ФГБУ «Сочинский национальный парк» были установлены ульи Фабра, в которых были помещены гнезда ос *Euodynerus posticus* (Herrich-Schaeffer, 1841), содержащие молодых особей ос нового поколения. Подсадные гнезда были получены в результате разведения *E. posticus* в ульях Фабра в Крыму в предыдущие сезоны. Часть гнезд была предварительно выдержана в термостате для ускорения выхода молодого поколения ос. Из одной тысячи подсадных особей ос (337 самок и 663 самца) 303 самки отродились и вышли из гнезд, из них 159 (52 %) заселили ульи Фабра. Рассчитанный по результатам гнездования коэффициент воспроизводства ос в пересчете на самок составил 1,2. В составе жертв ос *E. posticus* были выявлены гусеницы 5 видов бабочек из двух семейств: листовертки (Tortricidae) и огневки (Pyridae). Доля гусениц самшитовой огневки (*Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)) в первую половину гнездования (вторая генерация огневки) составила 17 %, а во вторую – 5 %. Снижение доли гусениц самшитовой огневки во второй половине срока гнездования произошло в связи с резкой потерей плотности гусениц (третья генерация огневки) из-за почти полного исчерпания их кормовой базы (листьев самшита) в пункте установки ульев. Расчет эффективности ос как энтомофагов, проведенный на основе полученных данных, показал, что тысяча особей ос, подсаженных в ульи Фабра в материнских гнездах, позволяет очистить от гусениц 130 условных деревьев самшита при среднем уровне заражения – 10 гусениц на одно дерево. Проведен эксперимент по искусственному выкармливанию личинок ос на гусеницах самшитовой огневки, путем добавления гусениц самшитовой огневки в ячейки гнезд ос к имеющимся гусеницам других видов или полной их замены. Получено 56 личинок ос *E. posticus*, выкормленных полностью на гусеницах самшитовой огневки. Есть основания предполагать, что самки ос, выкормленные на гусеницах самшитовой огневки, проявят большую активность по их добыче, что может повысить эффективность их применения для борьбы с этим вредителем.

Ключевые слова: ульи Фабра, разведение складчаторыльных ос, биометод, борьба с фитофагами, *Euodynerus posticus*, *Cydalima perspectalis*, Крым, Кавказ, самшит колхидский.

ВВЕДЕНИЕ

Со времени открытия в 1939 году самого известного инсектицида – ДДТ (дуста) и получения швейцарским химиком Паулем Мюллером за это открытие Нобелевской премии (1948 г.) практика применения ядов против насекомых и других вредителей претерпела большие изменения. Эйфория от первых успехов в борьбе с малярийными комарами, блохами и фитофагами на сельхозугодиях вскоре прошла. Это произошло после получения свидетельств о распространении ДДТ по всем континентам Земли, накоплении его в окружающей среде и отрицательном влиянии на все живые организмы планеты, в том числе и на человека. Еще один недостаток ДДТ (как и других инсектицидов) – постоянная необходимость увеличивать концентрацию яда из-за постепенной выработки толерантности к яду у вредителей. Синтез новых химических средств борьбы с вредителями сельского хозяйства лишь на время снижал остроту проблемы. Угроза запуска необратимых процессов деградации экосистемы Земли под влиянием инсектицидов привела к осознанию необходимости поиска альтернативных путей решения этой проблемы. Одним из таких альтернативных путей стала разработка биологических методов борьбы с вредителями, которая основана на использовании естественных врагов вредителей из числа

паразитических и хищных членистоногих – насекомых и клещей, микроорганизмов, насекомоядных птиц и хищных позвоночных. Наиболее значимые успехи применения биометода в борьбе с вредителями фитофагами – использование хальциды трихограммы против широкого круга вредителей, хищного жука родолии против австралийского червеца, наездника афелинуса против красной кровяной тли, хищного клеща фитосейулюса против паутинных клещей в теплицах (Бондаренко, 1987; Воронин и др., 1988; Твердюков и др., 1993; Защита тепличных..., 1999). Менее известны, но не менее широко и успешно применяются в борьбе с различными вредителями патогенные грибы, бактерии и вирусы (Вейзер, 1972; Евлахова, 1974; Гулий и др., 1982; Кандыбин, 1989; Штерншис, 1995 и др.). В СССР, начиная с 1962 года, было налажено производство бактериального биопрепарата энтобактерина, успешно применяемого до сих пор против комплекса листогрызущих вредителей. В настоящее время в сочетании с пестицидами используют грибной биопрепарат боверин против колорадского картофельного жука и др.; изучаются и успешно применяются и другие препараты. Разрабатываются методики накопления вирусов ядерного полиэдроза против непарного и соснового шелкопрядов, капустной совки и других вредителей, вирусов гранулёза против озимой и зерновой совок и других вредителей. Наибольшая эффективность биометода была достигнута в борьбе с самыми опасными вредителями – интродуцентами, чужеродными инвазийными видами (Ижевский, 1990 и др.).

В 2006 году в Германии был неожиданно обнаружен восточноазиатский вид – самшитовая огневка (*Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)). Этот опасный вредитель самшита в последующие годы широко расселился по Европе, везде нанося существенный ущерб посадкам различных видов самшита. В 2012–2013 году данный вид был зарегистрирован и в западной России (Краснодарский край, Чеченская Республика) (Proklov, Karayeva, 2013; Гниненко и др., 2014). По данным В. И. Щурова (2014) самшитовая огневка в эти же годы колонизировала также Грузию и Абхазию. В Краснодарском крае объектом ее поражения стали не только искусственные насаждения самшита, но и лесные сообщества, в состав которых входит самшит колхидский.

В течение нескольких последних лет (2013–2014 гг.) на территории Сочинского национального парка наблюдалось постепенное увеличение численности самшитовой огневки, наносящей существенный ущерб реликтовым лесам из самшита колхидского. Рост численности самшитовой огневки на Кавказе, очевидно, связан с отсутствием здесь ее естественных врагов, способных контролировать размножение вида и таким образом, предотвращать вспышки численности. За последние годы самшитовая огневка быстро распространилась по территории Сочинского национального парка, местами вызывая полную дефолиацию самшита, в результате чего наблюдается ослабление и гибель самшитовых деревьев.

В условиях Сочинского национального парка противодействие самшитовой огневке по понятным причинам не могло вестись с применением инсектицидов, поэтому были предприняты попытки осуществления мер биологической борьбы. В том числе, был рассмотрен вопрос об испытании в качестве агента борьбы с этим опасным вредителем складчатокрылых ос-энтомофагов *Euodynerus posticus* (Herrich-Schaeffer, 1841). Биология этого вида изучена относительно хорошо (Blüthgen, 1951; Polidori et al., 2011;), в том числе в Крыму (Фатерыга, 2010; Фатерыга, 2012; Мартынова, Фатерыга, 2015).

По данным предварительных исследований, проведенных в Крыму, было установлено, что самки *E. posticus* охотятся и заготавливают в ячейки своих гнезд гусениц представителей самых разных семейств, в том числе и из семейства огневков. Кроме того эти осы проявляют привязанность к материнским гнездам и после отрождения из них заселяют их вторично, а если это невозможно, то подыскивают место для гнездования в непосредственной близости от них. Кроме того, осы *E. posticus* охотно заселяют искусственные гнездилища – ульи Фабра, позволяя тем самым контролировать их размножение. Эти особенности биологии ос данного вида позволили провести эксперимент по искусственному разведению *E. posticus* в Крыму и накопить определенное количество их гнезд.

Цель данной работы – изучение возможностей борьбы с самшитовой огневкой (*Cydalima perspectalis*) на основе разведения и выпуска в очаги поражения самшита складчатокрылых ос-энтомофагов *Euodynerus posticus*.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для исследований послужили гнезда складчатокрылых ос *E. posticus*, которые были получены в результате разведения ос этого вида в Крыму в предыдущие сезоны. Разведение ос проводилось на основе привлечения их сначала в гнезда-ловушки в местах естественного гнездования в Крыму, а затем и в ульи Фабра. В качестве гнезд-ловушек использовались связки нарезанных по междоузлиям стеблей тростника, обернутых темной бумагой и закрепленных на стволах деревьев, лессовых обрывах, различных постройках человека (Иванов и др., 2009).

Таким путем, за несколько сезонов удалось нарастить численность искусственной колонии ос *E. posticus* до 3 тысяч особей. Одна тысяча особей из этой искусственной колонии была использована для апробации метода борьбы с самшитовой огневкой (*C. perspectalis*) на Кавказе на основе выпуска складчатокрылых ос-энтомофагов *E. posticus* в очаги поражения самшита в Сочинском национальном парке.

Исследования проводились в сезон 2015 года на территории колхидского Адлеровского участкового лесничества ФГБУ «Сочинский национальный парк». На одном из участков насаждения самшита были установлены ульи Фабра в количестве 8-ми штук. В ульи помещались гнезда, содержащие молодых ос *E. posticus*, готовых к вылету. В целом в ульи Фабра были последовательно (с середины апреля по конец мая) подсажено одна тысяча особей ос (рис. 1). На рисунке серым цветом выделены дни экспедиционных выездов, большие стрелки – периоды лета 1-го, 2-го и 3-го поколения бабочек. Для расширения периода активности ос, часть гнезд была предварительно помещена в термостат, где был установлен постоянный режим +28 °С. Таким образом было проинкубировано: 20 гнезд с 10.03 по 30.03 (20 дней); 15 гнезд с 31.03 по 22.04 (22 дня); 25 гнезд с 03.04 по 22.04 (18 дней); 5 гнезд с 03.04 по 14.04 (11 дней).

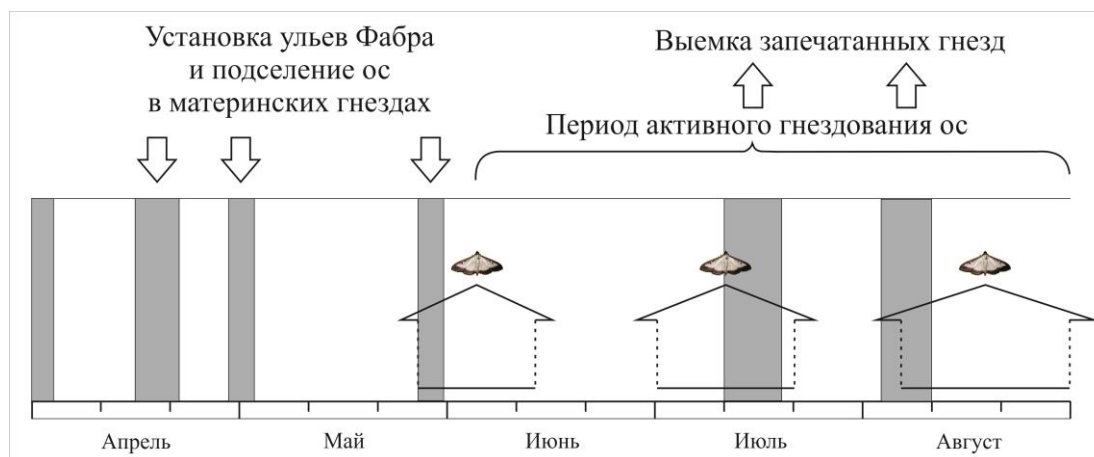


Рис. 1. Сроки и последовательность выполнения отдельных работ в весенне-летний период 2015 года в насаждениях самшита колхидского (Адлеровское участковое лесничество ФГБУ «Сочинский национальный парк»)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сведения по биологии самшитовой огневки по литературным данным и собственным исследованиям. Первичный ареал *C. perspectalis* – восточная Азия. Вид широко распространен преимущественно в тропических и субтропических регионах этой

части света: Китай, Индия, Корея, Япония, юг Дальнего Востока России (Inoue, 1982; Кирпичникова, 2005; Park, 2008; Синев, 2008). В Европе впервые отмечен в 2006 году, где был обнаружен на территории юго-западной Германии (Krüger, 2008; Slamka, 2010; 2013). Причины его появления в Европе предположительно связаны со случайным завозом в Европу гусениц или яиц вместе с посадочным материалом (самшитом). Условия Европы оказались для этого вида настолько подходящими, что *C. perspectalis* стал активно заселять другие страны Средней и Южной Европы: Швейцарию (Billen, 2007; Käppeli, 2008), Нидерланды (Muus et al., 2009), Францию (Feldtrauer et al., 2009), Великобританию (Mitchell, 2009), Бельгию (Casteels et al., 2011 по Seljak, 2012), Венгрию (Sáfián, Horváth, 2011), Чехию (Šumpich, 2011), Румынию (Székely et al., 2011), Италию (Griffo et al., 2012; Tantardini et al., 2012; Bella, 2013), Словению (Jež, 2012; Seljak, 2012), Турцию (Hizal et al., 2012), Хорватию (Koren, Črne, 2012), Словакию (Pastoralis et al., 2013), Испанию (Pérez-Otero et al., 2014), Болгарию (Beshkov et al., 2015), Грецию (Strachinis et al., 2015), а также Черногорию, Боснию и Герцеговину, Сербию (Bestimmungshilfe..., 2015). В Западной России (Краснодарский край, Чеченская Республика) данный вид был зарегистрирован в 2012–2013 году (Proklov, Kagaeva, 2013; Гниненко и др., 2014; Щуров, 2014). По данным последней работы самшитовая огневка в это же время колонизировала также Грузию и Абхазию. По нашим данным бабочка была впервые отмечена в Крыму в 2014 году (идентифицирована в 2015) в Симферополе (городские парки), Ялте (Никитский ботанический сад) и в 2015 г. в Феодосийском районе (пгт. Коктебель). По мнению некоторых авторитетных ученых наибольшую угрозу самшитовая огневка представляет для природных насаждений самшита (Kenis et al., 2013).

C. perspectalis – поливольтинный вид, дающий в районах инвазии в Европу и западную часть Азии от двух-трех (иногда третье поколение неполное) до четырех поколений в год и зимующий на стадии молодой гусеницы (2 или 3 возраст) в двухкамерных плотных зимовальных коконах из шелковинной нити, расположенных между несколькими стянутыми крепкими тяжами шелковины листьями кормового растения. В месте первичного обитания в Восточной Азии дает не менее трех поколений в год. Основное кормовое растение на родине – самшит китайский (*Buxus sinica* (Rehder & E.H.Wilson) M. Cheng (Buxaceae), возможно развитие и на других видах самшита. Отмечено также питание на пахизандре верхушечной (*Pachysandra terminalis* Siebold. & Zucc.) (Buxaceae), падубе пурпурном (*Ilex purpurea* Hassk.) (Aquifoliaceae), бересклетах японском (*Euonymus japonicus* Thunb.) и крылатом (*E. alata* (Thunb.)) (Celastraceae), муррае метельчатой (*Murraya paniculata* (L.) Jack) (Rutaceae) (Zhou et al., 2005; Wang, 2008; Щуров, 2014). В регионах проникновения питается в основном на различных видах самшитов: вечнозеленом (*B. sempervirens* L.), колхидском (*B. colchica* Rojark.), мелколистном (*B. microphylla* Siebold. & Zucc.), балеарском (*B. balearica* Lam.); в Краснодарском крае отмечено также питание на мушмуле японской (*Eriobotrya japonica* Thunb.), ежевике (*Rubus* L.), лавровишне (*Prunus laurocerasus* L.) (Rosaceae), клене полевым (*Acer campestre* L.) (Aceraceae), ясене обыкновенном (*Fraxinus excelsior* L.) (Oleaceae), двух видах иглицы (*Ruscus* L.) (Asparagaceae) и др. (Bella, 2013; Щуров, 2014). Гусеницы питаются листьями и молодыми побегами. При этом гусеницы первых возрастов питаются паренхимой листьев, начиная объедать ее с нижней стороны листовой пластинки, потом скелетируют лист (рис. 2 а). Гусеницы старше третьего возраста съедают листья полностью. Для своего укрытия гусеница строит легкое паутинное гнездо между листьями, подтянув шелковинками листья кормового растения к стеблю. При этом гусеница использует и листья, растущие рядом с укрытием. У таких листьев гусеница предварительно перекусывает черешок. В местах массового питания гусениц растения зачастую полностью дефолированы, а в отдельных случаях, например, питания на самшите колхидском (*B. colchica*) в Краснодарском крае, могут быть лишены коры, поскольку при нехватке листьев для питания гусеницы способны питаться также корой кормового растения, объедая до заболони ветви и стволы самшита диаметром до 7–8 см (наши наблюдения). Оукливание происходит в плотном полупрозрачном беловатом коконе между сплетенными листьями или остатками от них, куколка развивается без диапаузы (Щуров, 2014).



Рис. 2. Прохождение стадий развития *Cydalima perspectalis* третьей генерации

а – следы питания гусениц первых возрастов; б, в – зимовочные коконы; г – вскрытый зимовочный кокон с гусеницей; д – куколки (все фотографии сделаны 06.11.15).

По нашим наблюдениям на Кавказе (Сочинский национальный парк) в 2015 году окукливание перезимовавших гусениц происходит в конце мая и первых числах июня. В это же время начинается вылет бабочек (рис. 1). Лет бабочек второй генерации – с начала июля. Лет бабочек третьего поколения, по-видимому, с конца августа. Параллельные наблюдения в Крыму показали совпадения основных фенодат с кавказской популяцией. В Крыму в конце октября гусеницы третьего поколения начинают строить зимовочные коконы. Эти коконы построены тоже из шелковинок, но более плотные. В этих коконах гусеницы впадают в зимнюю диапаузу. В то же время часть гусениц третьего поколения все же продолжает развитие. Все они окукливаются, но их дальнейшая судьба, очевидно, зависит от погоды.

Забранные в лабораторию куколки закончили развитие и превратились в бабочек, оставшиеся в природе – погибли с наступлением холодов.

Своеобразие поражения самшита огневкой состоит в том, что в первый год очаги поражения малозаметны (рис. 3 а), но уже на следующий – дерево или куст могут полностью лишиться листвы (рис. 3 б).



Рис. 3. Характер поражения самшита огневкой *Cydalima perspectalis*

Внешний вид кустов самшита в первый год поражения (а) и на следующий год (б); гусеница 3-го возраста, объедающая листья самшита.

Установка и заселение ульев Фабра. Первый экспедиционный выезд в Сочинский парк был проведен с 3 по 6 апреля 2015 г. для выбора участка, на котором можно было бы установить ульи Фабра с подсадными гнездами ос *E. posticus*.

Второй экспедиционный выезд состоялся 16–21.04.15 с целью установки пяти ульев Фабра, наблюдений за фенологией самшитовой огневки и оценки ее плотности в пункте установки ульев. В эти сроки было проведено подселение первой партии гнезд ос *E. posticus* в ульи.

Третий экспедиционный выезд состоялся 28–30.04.15. В эти даты были проведены: расчистка площадок и установка дополнительных 3 ульев Фабра, укрепление ульев, наблюдения за фенологией самшитовой огневки и подселение второй партии гнезд ос *E. posticus*.

Четвертый экспедиционный выезд состоялся 28–31.05.15, в ходе которого были проведены: расчистка площадок в точках установки ульев Фабра, осуществление мер борьбы против муравьев, наблюдения за фенологией самшитовой огневки и подселение третьей партии подсадных гнезд ос *E. posticus*.

Пятый экспедиционный выезд состоялся 13–17.07.2015, в ходе которого были проведены: ремонт ульев Фабра, наблюдение за заселением ульев и гнездостроительной активностью ос, выборка из ульев Фабра первой партии запечатанных гнезд, построенных осами *E. posticus*, а также наблюдения за фенологией самшитовой огневки. На место изъятых гнезд во избежание ослабления прочности связки пучков трубок, вставлялись новые трубки или специальные скрутки из бумаги (рис. 5 а, б).

Шестой экспедиционный выезд состоялся 03–08.08.15, в ходе которого проводились наблюдения за заселением ульев и гнездостроительной активностью ос, выборка из ульев Фабра второй партии запечатанных гнезд, построенных осами *E. posticus* за период, прошедший после предыдущей инспекции, а также наблюдения за фенологией самшитовой огневки.

Для поселения ос-энтомофагов в Сочинском национальном парке нами была разработана специальная конструкция улья Фабра (рис. 4 а) – легкая и прочная. Конструкция улья представляла собой треногу, в пересечении опорных реек которой закреплялся гнездовой блок улья – связка из 100–150 нарезанных на длину 25–30 см отрезков стеблей тростника (*Phragmites australis*). Внутренние полости стеблей ограниченных узлами стебля предназначались для постройки гнезд самкам *E. posticus*. Подселение ос в ульи осуществлялось в три срока: 16–21.04.15, 28–30.04.15 и 28–31.05.15 (рис. 1). В первые два подселения были использованы материнские гнезда в количестве 65, выдержанные в течение 11–22 дней в термостате. В большинстве случаев (185 подсадных гнезд) использовались гнезда, развитие преимагинальных стадий в которых проходило при естественных температурах. Всего между 8-ми ульями было распределено 280 подсадных гнезд, содержащих 1125 ячеек: 337 ячеек с самками, 663 – с самцами и 125 ячеек с погибшими по разным причинам особями. Количество особей рассчитывалось на основании выхода ос из контрольной партии. Исходя из этих расчетов, в каждый улей Фабра было посажено около 42 самок *E. posticus*.



Рис. 4. Улей Фабра специальной конструкции, установленный в насаждениях самшита колхидского (а) и участок гнездового блока улья, заселенного муравьями (б)

Ко времени последнего подселения ос (30.04.15) из гнезд предыдущих подселений был отмечен выход самцов и самок из трети подсадных гнезд, прошедших инкубацию. Заселения ульев отмечено не было. Возможно, что помехой этому послужили семьи муравьев *Crematogaster* sp. колонизировавшие ульи (рис. 4 б). При этом главным препятствием для ос, видимо, стала узурпация муравьями подсадных гнезд (вскрытых к этому времени изнутри отрождающимися особями ос), которые в обычных условиях первыми заселяются молодыми самками *E. posticus*. Кроме того, во время инспекции ульев 28–31.05.15 было обнаружено, что 3 улья из восьми были повалены коровами (пребывающими в районе проведения эксперимента на вольном выпасе), попали под дождь и стали непригодны к заселению осами.

Результаты заселения ульев были оценены во время экспедиционного выезда 13–17.07.2015. Пять сохранившихся ульев к этому времени заселили 99 самок *E. posticus* (52 % от числа отродившихся).

Инкубация предкуколк. Инкубация ос *E. posticus* на преимагинальной стадии их развития (стадия предкуколки) с целью продления общего периода гнездования ос была проведена с 1 марта по 22 апреля. Последовательная закладка четырех партий гнезд на инкубацию позволили растянуть период гнездования ос до 60-ти дней, то есть увеличить его

более чем вдвое. Инкубация при температуре 28 °С, начатая 1 марта, спровоцировала выход первых самцов через 20 дней и первых самок через 25 дней от начала инкубации. Таким образом, отмечено опережение сроков выхода ос относительно нормы на 30 дней. В то же время зафиксировано, что высокие температуры в период инкубации в ранневесенний период приводят к сдвигу сроков выхода ос в сторону более ранних сроков только для части особей (от 30 до 35 %). Также зафиксировано, что гнездовая активность инкубированных самок в первые дни гнездования несколько ниже нормы, но возрастает к началу периода их естественных сроков выплода.

Привязанность ос к месту выхода из материнских гнезд. Самки *E. posticus* проявили высокую степень привязанности к месту выплода. Показателем этого служит факт, что почти все материнские гнезда, пригодные для заселения, после выхода из них молодых ос, были заняты осами нового поколения. Из одной тысячи подсадных особей ос (337 самок и 663 самца) 303 самки отродились и вышли из гнезд, из них 159 заселили ульи Фабра. В целом доля самок, выбравших для гнездования ульи Фабра, составила 52 % от числа отродившихся, что в условиях эксперимента можно считать удовлетворительным результатом, свидетельствующим об удачном выборе гнездовой конструкции. Некоторого усовершенствования требуют элементы крепления конструкции к поверхности субстрата и защиты, в частности от муравьев, проявивших склонность к узурпации подсадных гнезд в ульях в первые две недели после их установки на экспериментальной площадке.

Провиантирование гнезд, видовой состав жертв. Процесс провиантирования гнезд самками *E. posticus* прослежен по наблюдениям за ходом гнездования и данным анализа состава жертв из ячеек гнезд (рис. 5 в–з).

И в первой (июнь), и во второй (июль) половине периода гнездования самки охотились на гусениц бабочек листоверток и огневок. Извлечение гусениц из ячеек гнезд, сбор гусениц на растениях в районе установки ульев и выведение из них бабочек позволили выявить 5 видов гусениц-жертв. Доля гусениц самшитовой огневки оказалась не велика – в первой половине срока гнездования она составила 17, а во второй – 5 %.

Идентификация гусениц-жертв, извлеченных из ячеек гнезд, доставленных в лабораторию 17.07.15 и 8.08.15, была проведена одним из авторов статьи Ю. И. Будашкиным. В результате выявлена *Pandemis heparana* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – многоядная листовертка из семейства Tortricidae (рис. 6 з). Еще один вид удалось определить только до рода (*Phycita*) – один из видов узкорылых огневок из семейства Phycitidae (рис. 6 и). Остальные жертвы ос были определены с разной степенью точности по внешнему виду гусениц.

Доля гусениц самшитовой огневки определялась по результатам изучения состава мусорной камеры ячейки (рис. 7 а–в). Такая возможность имеется благодаря тому, что съедая гусениц, личинки ос оставляют нетронутыми их головные капсулы. Характерный вид головной капсулы гусениц самшитовой огневки позволил установить и количественно оценить их присутствие в ячейках. Следует отметить, что в мусорных камерах остаются только капсулы относительно крупных гусениц. Мелкие гусеницы младших возрастов съедаются полностью. Крупных головных капсул гусениц последнего возраста в ячейках ос нами обнаружено не было. Эти данные позволяют предположить, что самки ос *E. posticus* по каким-то причинам избегают использовать гусениц старших возрастов.

Нами проведен эксперимент по выявлению степени приемлемости гусениц самшитовой огневки в качестве корма для личинок. В ячейки вскрытых гнезд, нами были подложены свежеемуерщвлённые гусеницы, из части ячеек мы вообще удалили гусениц других видов и кормили личинок ос исключительно гусеницами самшитовой огневки (рис. 7 г–д). Все личинки, питавшиеся таким образом, благополучно закончили развитие и превратились в предкуколки. Таким путем было получено 56 личинок ос *E. posticus*, выкормленных полностью на гусеницах самшитовой огневки.

Оценка эффективности применения ос и перспективы исследований. Показатели гнездовой активности и эффективности применения ос в очаге самшитовой огневки приведены в таблице 1.



Рис. 5. Контроль за ходом гнездования *Euodynerus posticus*

Гнездовые блоки ульев Фабра – видны пробки запечатанных гнезд (а) и бумажные скрутки, вставленные на место изъятых гнезд (б); самка осы заходит в гнездо с очередной жертвой (в); вскрытые в один день (17.07.15) гнезда *E. posticus* разных сроков закладки: свежезапечатанное гнездо с парализованными гусеницами (г), гнездо с личинками только что закончившими питание (д), гнездо с предкуколками ос (е).

Основным показателем эффективности ос как энтомофагов является – количество гусениц, уничтоженных осами. Мы сделали расчет этой величины, исходя из числа посадных особей в количестве 1 тыс. Эта величина рассчитывалась, исходя из показателей соотношения полов в гнездах (1 самка на 2 самца), процента гибели особей на стадии превращения в имаго из предкуколки (10 %), разлета самок после отрождения из гнезда (48 %), количества гнезд (1,2) и ячеек (6), построенных одной самкой за период гнездования, а также доли гусениц самшитовой огневки от общего числа гусениц, заготовленных в ячейки гнезд (17 %). Исходя из полученной величины, был сделан расчет среднего числа деревьев самшита, очищенных от гусениц огневки одной самкой при среднем уровне поражения (табл. 1). Расчет показал, что тысяча особей ос, посаженных в ульи Фабра в материнских гнездах, позволит очистить от гусениц 130 условных деревьев самшита при среднем уровне заражения – 10 гусениц на одно дерево.

Перспектива исследований состоит в принуждении ос к охоте на гусениц огневки за счет выкармливания их личинок исключительно на гусеницах этого вида, т.е. искусственного создания эффекта импринтинга (Barton, 2001), а также разработке более приемлемой для ос конструкции улья и повышения таким путем процента самок осаждающихся на гнездование в ульях после вылета из материнских гнезд. Определенная перспектива может заключаться в поиске и поддержке местных популяций ос-энтомофагов на основе установки гостиниц для ос, получивших в последнее время широкое распространение в зарубежных садах и парках.



Рис. 6. Разнообразие жертв ос *Euodynerus posticus*

a и *б* – гусеница второго поколения многоядной листовертки *Pandemis heparana* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – вредителя многих древесных пород на пораженном ею листе бука (*a*) и граба (*б*); *в* – инжирная моле-листовертка *Choreutis nemorana* (Hübner, [1799]) (семейство моле-листоверток Choreutidae) – специализированный вредитель инжира; *г* – гусеница выемчатокрылой моли (Gelechiidae) на ежевике; *д* и *ж* – гусеницы *P. heparana* в своем гнезде на крапиве и гусеница, извлеченная из ячейки гнезда осы. *з* – гусеницы узкорылых огневок предположительно из рода *Phycita* (Phycitidae), извлеченные из ячейки гнезда осы вместе с личинкой осы; *и* – гусеницы листовертки *P. heparana* (первое поколение) в ячейке гнезда.

В заключение необходимо отметить, что самшитовая огневка в настоящее время зарегистрирована и в Крыму. Здесь она была впервые обнаружена в 2014 году – в южнобережных парках Крыма и в городах предгорной зоны и была идентифицирована в 2015 году одним из авторов статьи Ю. И. Будашкиным. Поскольку проникновение ее в Крым, со всей очевидностью, не связано с завозом сюда посадочного материала (саженцев самшита), можно предположить, что и на Кавказе ее появление также является результатом естественного расширения ареала и рассматривать это предположение наряду с версией проникновения огневки на Кавказ с зараженным посадочным материалом из Италии.

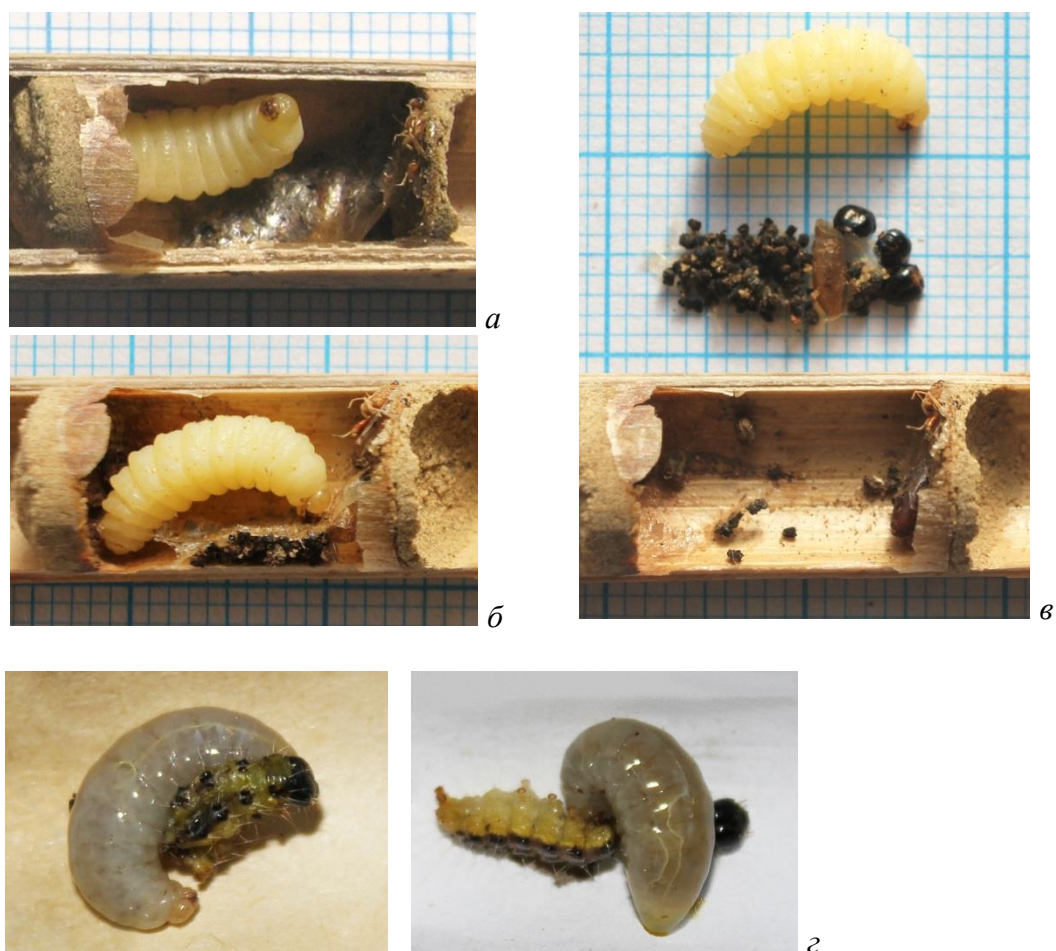


Рис. 7. Вскрытая ячейка гнезда *Euodynerus posticus* и личинки ос, питающиеся гусеницами самшитовой огневки

Ячейка гнезда с личинкой, которая закончила питание и запечатала мусорную камеры (а); также ячейка, мусорная камера вскрыта (б); личинка, извлеченная из ячейки, и содержимое мусорной камеры (в), видны головные капсулы гусениц самшитовой огневки характерной формы и окраски. Личинки осы, питающиеся гусеницами самшитовой огневки (г-д).

Показатели гнездовой активности ос *Euodynerus posticus*

Таблица 1

Показатель	Значение	Примечание
Количество подсадных ос / количество самок	1000 / 337	Расчетная величина на основе пробной инкубации
Количество самок, вышедших из материнских гнезд / заселивших ульи	303 / 159	
Доля самок, осевших на гнездование в ульях, %	52	

Продолжение таблицы 1

Показатель	Значение	Примечание
Количество самок приступивших к гнездованию	99	В пяти сохранившихся ульях
Количество построенных гнезд	126	
Коэффициент воспроизводства	1,2	Расчет от числа самок, заселивших сохранившиеся ульи
Доля гусениц самшитовой огневки от общего числа гусениц, заготовленных для личинок, %	17	В первую половину гнездования, до снижения плотности гусениц
Количество гусениц, уничтоженных осами, на 1 тыс. посадных особей ос / очищенных от гусениц условных деревьев самшита при среднем уровне зараженности (10 гусениц на одно дерево)	1292 / 130	Расчетная величина на основе оценки реальной гнездовой и охотничьей активности ос в очаге поражения при доле гусениц огневки в ячейках гнезд равной 17 %

ВЫВОДЫ

1. Инкубация части материнских гнезд ос *E. posticus* на стадии зимней диапаузы предкулолок позволяет увеличить период гнездовой активности ос до 60 дней, охватывая сроки развития двух поколений гусениц *C. perspectalis*. Чуть больше половины вылетевших из посадных гнезд самок ос (52 %) возвращаются к месту отрождения и заселяют ульи. Вовремя проведенные мероприятия по защите ульев Фабра от муравьев, обеспечивают их удовлетворительное заселение на первом этапе гнездования. Разработанная конструкция ульев достаточно технологична в изготовлении, прочна, удобна в обслуживании и привлекательна для ос.

2. Коэффициент воспроизводства ос в условиях эксперимента составил 1,2. В составе жертв ос выявлены гусеницы 5 видов бабочек из трех семейств – листовертки (Tortricidae), узкокрылые огневки (Phycitidae) и ширококрылые огневки (Pyraustidae). Доля гусениц самшитовой огневки в первую половину гнездования (вторая генерация огневки) составила 17 %, а во вторую – 5 %. Снижение доли гусениц самшитовой огневки во второй половине срока гнездования в условиях эксперимента произошло в связи с резкой потерей плотности гусениц в этот период (третья генерация огневки) из-за почти полного исчерпания кормовой базы гусениц. Расчет эффективности ос как энтомофагов, проведенный на основе полученных данных, показал, что тысяча особей ос, посаженных в ульи Фабра в материнских гнездах, позволяет очистить от гусениц 130 модельных деревьев самшита при среднем уровне заражения – 10 гусениц на одно дерево.

3. Перспектива исследований состоит в повышении охотничьей активности ос за счет выкармливания личинок на гусеницах самшитовой огневки, а также разработке более приемлемой для ос конструкции улья и повышения таким путем процента самок остающихся на гнездование в ульях после вылета из материнских посадных гнезд. Определенная перспектива может заключаться также в поиске новых видов ос-энтомофагов и поддержке их популяций на основе установки в насаждениях самшита специальных гнездовых конструкций типа минигостиниц для ос.

Благодарности. Авторы исследований благодарны администрации Сочинского национального парка в лице Максима Евгеньевича Лянгузова и научному отделу в лице Натальи Владленовны Ширяевой и Елены Валерьевны Дворецкой за помощь и поддержку в исследованиях, а также А. В. Фатерыге за консультации, ценные советы при планировании, проведении и обсуждении результатов исследований.

Исследования проведены по заказу ФБГУ «Сочинский национальный парк» в рамках выполнения договора с ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского» на выполнение научно-технических работ № 16 /1-13/13-4/15.

Список литературы

- Актуальные вопросы биологизации защиты растений. Сб. тр., посвящ. 40-летию ин-та (1960–2000 гг.) [под общ. ред.: М. С. Соколова, Е. П. Угрюмова] / Рос. акад. с.-х. наук. Всерос. науч. исслед. ин-т биол. защиты растений, Пущино (Моск. обл.): [б. и.], 2000. – 177 с.
- Бондаренко Н. В. Биологическая защита растений. – М.: Агропромиздат, 1987. – 278 с.
- Вейзер Я. Микробиологические методы борьбы с вредными насекомыми. – М.: Колос, 1972. – 640 с.
- Воронин К. Е., Шапиро В. А., Пукинская Г. А. Биологическая защита зерновых культур от вредителей. – М.: Агропромиздат, 1988. – 198 с.
- Гниненко Ю. И., Ширяева Н. М., Щуров В. И. Самшитовая огневка – новый инвазивный организм в лесах Российского Кавказа // Карантин растений. Наука и практика. – 2014. – № 1 (7). – С. 32–36.
- Гулий В. В., Иванов Г. М., Штерншис М. В. Микробиологическая борьба с вредными организмами. – М.: Колос, 1982. – 272 с.
- Евлахова А. А. Энтомопатогенные грибы. – Л.: Наука, Ленингр. отд., 1974. – 260 с.
- Защита тепличных и оранжерейных растений от вредителей. / Под ред. д.б.н. С. С. Ижевского и А. К. Ахатова. – М.: КМК Scientific Ltd., 1999. – 399 с.
- Иванов С. П., Фатерыга А. В., Жидков В. Ю. Использование гнезд-ловушек и ульев Фабра для изучения фауны и биологии гнездования одиночных видов ос и пчел (Hymenoptera: Aculeata) в Карадагском природном заповеднике. – Карадаг-2009. Сборник научных трудов, посвященный 95-летию Карадагской научной станции и 30-летию Карадагского природного заповедника Национальной академии наук Украины / Ред. А. Л. Гаевская, А. Л. Морозова. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – С. 215–222.
- Ижевский С. С. Интродукция и применение энтомофагов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 223 с.
- Кандыбин Н. В. Бактериальные средства борьбы с грызунами и вредными насекомыми. – М.: Агропромиздат, 1989. – 176 с.
- Кирпичникова В. А. 49. Сем. Pupalidae – Огневки // Определитель насекомых Дальнего Востока России. Ручейники и чешуекрылые. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – Т. 5. – Ч. 5. – С. 526–539.
- Мартынова Е. В., Фатерыга А. В. Хризидиды (Hymenoptera, Chrysididae) – паразиты ос-эвменин (Hymenoptera, Vespidae, Eumeninae) в Крыму // Энтомологическое обозрение. – 2015. – Т. 94, № 2. – С. 379–396.
- Синев С. Ю. Crambidae // Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России. – СПб.– М.: КМК, 2008. – С. 170–187.
- Твердюков А. П., Никонов П. В., Ющенко Н. П. Биологический метод борьбы с вредителями и болезнями в защищенном грунте. – М.: Колос, 1993. – 160 с.;
- Фатерыга О. В. Фауна і біологія гніздування поодиноких складчатокрылих ос підродини Eumeninae (Hymenoptera, Vespidae) Криму: Автореферат дис. ... канд. біол. наук / Інститут зоології імені І. І. Шмальгаузена НАН України. – Київ, 2010. – 24 с.
- Фатерыга А. В. Строение гнезд четырех видов одиночных ос подсемейства Eumeninae (Hymenoptera, Vespidae) // Зоологический журнал. – 2012. – Т. 91, № 10. – С. 1199–1209.
- Штерншис М. В. Повышение эффективности микробиологической борьбы с вредными насекомыми: Монография. – Новосибир. гос. аграрн. ун-т. – Новосибирск: [б. и.], 1995. – 194 с.
- Щуров В. И. Самшитовая огневка в Краснодарском крае. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rcfh.ru>
- Barron, A.B. (2001) The life and death of Hopkins' hostselection principle. J. Insect Behav. 2001. – N 14. – P. 725–737.

- Bella S. The box tree moth *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) continues to spread in southern Europe: new records for Italy (Lepidoptera: Pyraloidea: Crambidae) // Redia. – 2013. – Vol. 46. – P. 51–55.
- Beshkov S., Abadjiev S., Dimitrov D. *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Pyraloidea: Crambidae: Spilomelinae). New invasive pest moth in Bulgaria // Entomologist's Record and Journal of Variation. – 2015. – Vol. 127. – P. 18–22.
- Bestimmungshilfe für die in Europa nachgewiesenen Schmetterlingsarten. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.lepiforum.de>
- Billen W. *Diaphania perspectalis* (Lepidoptera: Pyralidae) – a new moth in Europe // Mitteilungen Entomologischen Gesellschaft. – 2007. – Bd. 57 (2/4). – S. 135–137.
- Blüthgen P. Zur Brutbiologie von *Euodynerus* (*Pareuodynerus*) *posticus* (H.-Sch.) (*innumerabilis* [Sss.]) (Hymenoptera, Vespidae, Eumeninae) // Anzeiger für Schädlingskunde. – 1951. – Bd. 24, Heft 10. – S. 153–154.
- Casteels H., Witters J., van Dierendonck S., van Remoortere L. First report of *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera, Crambidae) in Belgium // 63rd International Symposium on Crop Protection (poster presentation). – 2011.
- Seliak G. Six new alien phytophagous insect species recoded in Slovenia in 2011 // Acta entomologica slovenica. – 2012. – Vol. 20 (1). – S. 31–44.
- Feldtrauer J. F., Feldtrauer J. J., Brua C. Premiers signalements en France de la Pyrale du Buis *Diaphania perspectalis* (Walker, 1859), espèce exotique envahissante s'attaquant aux buis (Lepidoptera, Crambidae) // Bulletin de la Société Entomologique de Mulhouse. – 2009. – Bd. 65. – S. 55–58.
- Griffo R., Cesaroni C., Desantis M. Organismi nocivi introdotti in Italia nell'ultimo trienni // Informatore Agrario. – 2012. – Vol. 68. – S. 61–63.
- Hizal E., Kose M., Yesil C., Kaynar D. The new pest *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae) in Turkey // Journal of Animal and Veterinary Advances. – 2012. – Vol. 11, N 3. – P. 400–403.
- Inoue H. Pyralidae // Moths of Japan. Plates and Synonymic Catalogue. – Tokyo: Kodansha, 1982. – Vol. 2. – P. 223–254.
- Jež M. *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae), Box Tree Moth, new moth species in Slovenia. – Book of abstracts of the Third Slovenian entomological symposium with international attendance (Maribor, 27–28 January 2012). – Maribor: Faculty of Natural Science and Mathematics, 2012. – P. 57.
- Käppeli F. Der Buchsbaumzünsler – Im Eiltempo durch Basler Gärten, g'plus // Die Gärtner-Fachzeitschrift. – 2008. – Bd. 20. – S. 33.
- Kenis M., Nacambo S., Leuthardt F., Domenico F., Haye T. The box tree moth, *Cydalima perspectalis*, in Europe: horticultural pest or environmental disaster? // Aliens. – 2013. – Vol. 33. – P. 38–41.
- Koren T., Črne M. The first record of the box tree moth, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera, Crambidae) in Croatia // Natura Croatica. – 2012. – Vol. 21. – P. 507–510.
- Krüger E. O. *Glyphodes perspectalis* (Walker, 1859) – neu für die Fauna Europas (Lepidoptera: Crambidae) // Entomologische Zeitschrift. – 2008. – Bd. 118 (2). – S. 81–83.
- Mitchell A. Boxworm moth *Diaphania perspectalis* (Walk.) – a new pyralid moth to Britain and Ireland // Atropos. – 2009. – Vol. 36. – P. 17–18.
- Muus T. S. T., van Haften E. J., van Deventer L. J. The buxus moth *Palpita perspectalis* (Walker) in Nederland (Lepidoptera: Crambidae) // Entomologische Berichten. – 2009. – Bd. 69. – S. 66–67.
- Pastorális G., Elsner G., Kopeček F., Kosorin F., Laštůvka A., Lendel A., Liška J., Němý J., Richter I., Štefanovič R., Šumpiuch J., Tokár Z. Fourteen Lepidoptera species new to the fauna of Slovakia // Folia Faunistica Slovaca. – 2013. – Vol. 18. – P. 1–12.
- Pérez-Otero R., Mansilla J. P., Vidal M. *Cydalima perspectalis* Walker, 1859 (Lepidoptera, Crambidae): una nueva amenaza para Buxus spp. en la Península Ibérica // Archivos Entomológicos. – 2014. – Vol. 10. – S. 225–228.
- Polidori C., Boesi R., Borsato W. Few, small, and male: Multiple effects of reduced nest space on the offspring of the solitary wasp, *Euodynerus* (*Pareuodynerus*) *posticus* (Hymenoptera: Vespidae) // Comptes Rendus Biologies. – 2011. – Vol. 334, N 1. – P. 50–60.
- Proklov V. V., Karayeva S. Z. New and interesting Lepidoptera records from Chechen Republic (Russia) // Кавказский Энтомологический Бюллетень. – 2013. – Т. 9, вып. 2. – P. 281–282.
- Sáfián S., Horváth B. Box Tree Moth – *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859), new member in the Lepidoptera fauna of Hungary (Lepidoptera: Crambidae) // Natura Somogyiensis. – 2011. – Vol. 19. – P. 245–246.

Seljak G. Six new alien phytophagous insect species recorded in Slovenia in 2011 // *Acta Entomologica Slovenica*. – 2012. – Vol. 20. – P. 31–44.

Slamka F. Pyraloidea (Lepidoptera) of Central Europe. Identification. Distribution. Habitat. Biologie. – Bratislava: F. Slamka, 2010. – 176 p.

Slamka F. Pyraustinae & Spilomelinae. Identification. Distribution. Habitat. Biology // *Pyraloidea (Lepidoptera) of Europe*. – Bratislava: F. Slamka, 2013. – Vol. 3. – 357 p.

Strachinis I., Kazilas C., Karamaouna F., Papanicolaou N. E., Partsinevelos G. K., Milonas P. G. First record of *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae) in Greece // *Hellenic Plant Protection Journal*. – 2015. – Vol. 8, iss. 2. – P. 66–72.

Šumpich J. Motýli Národních parků Podyji a Tayatal. – Znojmo: Správa Národnigo parku Podyji, 2011. – 428 s.

Székely L., Dinc V., Mihai C. *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859), a new species for the Romanian fauna (Lepidoptera: Crambidae: Spilomelinae) // *Buletin de Informare Entomologica*. – 2011. – Vol. 22 (3-4). – P. 73–78.

Tantardini A., Cavagna B., Maspero M. Una nuova introduzione, Pyralide del bosso // *Acer*. – 2012. – T. 4. – S. 56–57.

Wang Y. M. The biological character and control of a new pest (*Diaphania perspectalis*) on *Murraya paniculata* // *Journal of Fujian Forestry Science and Technology*. – 2008. – Vol. 35, N 4. – P. 161–164.

Zhou W., Xia C.-Y., Sun X.-Q., Zhu B., Lui X.-P., Lui Z.-C., Wang Y. Studies on the biological characteristics and control of *Diaphania perspectalis* Walker // *Journal of Shanghai Jiaotong University – Agricultural Science*. – 2005. – Vol. 23, N 1. – P. 52–56.

Ivanov S. P., Shevtsov V. A., Budashkin Yu. I., Puzanov D. V., Zhidkov V. Yu. Testing of method for control the box tree moth (*Cydalima perspectalis*) by artificial breeding and releasing of entomophagous vespoid wasp *Euodynerus posticus* into the affected areas of Georgian box.

Fabre's hives with nests of the wasp *Euodynerus posticus* (Herrich-Schaeffer, 1841) containing prepupae of a new generation were exposed in the stand of Georgian box in the Adler District Forestry of the Federal State Budgetary Institution "Sochi National Park". The nests were obtained by a breeding of *E. posticus* in Fabre's hives in the Crimea in previous years. Some nests were previously incubated to accelerate the emerging of the new generation of wasps. Three hundred three wasp females of one thousand exposed individuals (337 females and 663 males) emerged and came out of the nests, while 159 (52 %) of them inhabited Fabre's hives again. Estimated wasp reproduction rate based on the results of nesting of females was equal to 1.2. Caterpillars of five moth species of two families, leafroller moths (Tortricidae) and snout moths (Pyraidae) were identified among the prey of *E. posticus* wasps. Percentage of caterpillars of the box tree moth, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) in the first half of the wasp nesting period (second generation of the moth) was equal to 17 %, while in the second one – to 5 %. Reducing of the percentage of caterpillars of the box tree moth in the second half of the nesting period was caused by a sudden decrease of their density (third generation of the moth) which was the result of almost complete consumption of their forage resources (box leaves) in the locality with the hives. Estimation of the efficiency of wasps as the entomophags calculated on the basis of the obtained data showed that a thousand individuals of wasps released from maternal nests in Fabre's hives can clean off caterpillars from 130 model box trees (trees with average level of the invasion equal to 10 caterpillars per tree). An experiment on artificial feeding of wasp larvae by caterpillars of the box tree moth, by adding them into the cells of wasps nests to the existing caterpillars of other species or their full replacement, was carried out. Fifty six prepupae of wasp *E. posticus* fed entirely on caterpillars of the box tree moth were reared. There is a reason to speculate that the females of wasps fed on caterpillars of the box tree moth will show a higher level of activity in hunting for them which can improve the efficiency of their use to control this pest.

Key words: Fabre's hives, breeding of vespoid wasps, biological method, pest control, *Euodynerus posticus*, *Cydalima perspectalis*, Crimea, Caucasus, Georgian box.

Поступила в редакцию 07.12.2015 г.