

ИСТОРИЯ, СКОРОСТЬ И ФАКТОРЫ ИНВАЗИИ ЛИПОВОЙ МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ *PHYLLONORYCTER ISSIKII* (KUMATA, 1963) (LEPIDOPTERA, GRACILLARIIDAE) В ЕВРАЗИИ

© 2016 Ермолаев И.В.^{1,2}, Рублёва Е.А.¹

¹ ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»,

² Тобольская комплексная научная станция УрО РАН

e-mail: ermolaev-i@udm.net

Поступила в редакцию 27.03.2016

Исследованы история, скорость и факторы инвазии липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* Kumata, 1963 (Lepidoptera, Gracillariidae) в Евразии. За 27 лет (с 1985 по 2011 г.) площадь ареала минёра в Европе и Западной Сибири составила 4 086 000 км², или 60.4% от всей площади ареала аборигенных видов рода *Tilia*. Показано, что в условиях Западной Евразии минёр проходит три фазы инвазии (появления, становления и распространения) за три года. Максимальные скорости инвазии (80–85 км в год) выявлены в направлении на запад и восток ареала-реципиента. Показано, что скорость инвазии моли замедляется на границе ареала дерева-хозяина. Высокая скорость инвазии липовой моли-пестрянки *Ph. issikii* связана с рядом обстоятельств: широким распространением насаждений дерева-хозяина, отсутствием регулирующего влияния со стороны представителей третьего трофического уровня и прямых конкурентов минёра. Кроме того, этому способствует высокий репродукционный потенциал вида, особенность его расселения (анемохория) и возможность трансформации соотношения внутривидовых форм под влиянием плотности популяции.

Ключевые слова: липовая моль-пестрянка, *Phyllonorycter issikii*, липа, *Tilia*, история, скорость инвазии.

Введение

Экономическая глобализация способствует увеличению объёмов международной торговли и транснационального производства. Побочным эффектом этого являются биологические инвазии. Согласно современным представлениям [Vitousek et al., 1996; 1997], биологическую инвазию рассматривают как вторую по значимости после разрушения местообитаний угрозу для сохранения естественного биологического разнообразия.

В настоящее время известно 187 видов бабочек, расселяющихся в Европе [Lopez-Vaamonde et al., 2010]. При этом 90 видов являются аборигенными для этой части света. Инвазия этих видов связана с искусственным рас-

ширением ареала кормового растения. Другие 97 видов – экзотические виды, случайно интродуцированные человеком на новую территорию с потенциально пригодным кормовым объектом. Большинство экзотических видов попало в Европу во второй половине XX в. Для 78 видов из них установлено происхождение. При этом 28.9% являются выходцами из Азии. Африканское, североамериканское, австралийское и неотропическое происхождение имеют 21.6, 16.5, 7.2 и 5.2% видов, соответственно [Lopez-Vaamonde et al., 2010].

Цель настоящей работы – исследовать историю, скорость и факторы, способствующие инвазии липовой моли-пестрянки *Ph. issikii* в Евразии.

Материал и методика

Карты распространения липовой моли-пестрянки *Ph. issikii* были сделаны в учебно-научной лаборатории геоинформационного картографирования Удмуртского государственного университета при помощи геоинформационной системы MapInfo Professional 12.5. При построении карты распространения ареала рода липы в Евразии были использованы следующие материалы: карта «Липа сердцевидная. *Tilia cordata* Mill.» [Атлас..., 1976], «Карта распределения *Tilia cordata*» и «Карта распределения *Tilia platyphyllos*» [Distribution..., 2009].

Особенности распространения вышедших из куколок бабочек липовой моли-пестрянки оценили 6–10 июля 2014 г. близ биостанции Удмуртского государственного университета «Сива» (56°83' с. ш., 53°91' в. д.). Для исследования был выбран пойменный разнотравный луг (350×400 м), вокруг которого полукольцом был расположен смешанный лес. В центре

луга был вбит шест. На нём был создан точечный источник бабочек моли. Для этого на вершину шеста (1.9 м от земли) закрепили несколько десятков ветвей липы мелколистной, содержащих листья с минами липовой моли-пестрянки. В минах находились куколки моли. Плотность заселения минёра на собранных ветвях составляла до 8–10 мин на лист. Ветви заблаговременно были собраны в г. Ижевске и привезены на биостанцию в больших пластиковых мешках. С помощью лазерного дальномера (Bosch GLM 80 professional) вокруг шеста в разные стороны горизонта (С, В, Ю, З, СВ, ЮВ, ЮЗ, СЗ) были установлены клеевые ловушки высотой 1.9 м и размером 1.0×0.8 м на расстоянии 10, 15, 25, 50 и 75 м. Показания температуры, влажности воздуха, направления и силы ветра ежечасно снимали с помощью портативной метеостанции WindMate 300. В качестве фиксатора насекомых использовали масляную суспензию сахарного сиропа.

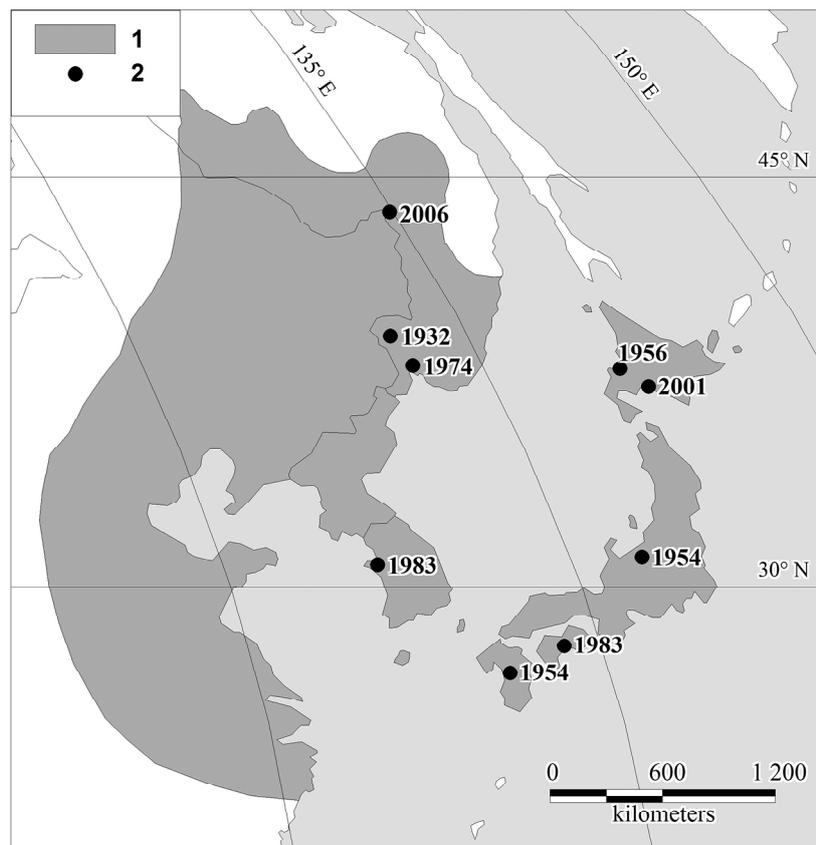


Рис. 1. Ареал липовой моли-пестрянки *Ph. issikii* на Дальнем Востоке. 1 – ареал рода *Tilia*; 2 – точки обнаружения вида.

Результаты и их обсуждение

История инвазии. Липовая моль-пестрянка *Ph. issikii* – дальневосточный вид (рис. 1), минирующий листья представителей рода *Tilia* [Ермолаев, 2014]. Первые находки минёра были сделаны ещё 23 июля 1932 г. в городе Уссурийске Л.В. Токаревой [Ермолаев, 1977]. Однако этот вид моли был описан лишь в 1963 г. Т. Кумата [Kumata, 1963] с островов Хоккайдо, Хонсю и Кюсю. В 1983 г. вид был обнаружен на японском острове Сикоку и полуострове Корея [Kumata et al., 1983]. Поиски минёра в Китае результата не принесли [Kumata et al., 1983]. Наличие минёра в Южном Приморье было повторно подтверждено в 1974 г. в заповеднике «Кедровая падь» (Хасанский район Приморского края) [Ермолаев, 1977]. В 2006 г. моль впервые отметили в Большехецирском заповеднике (Хабаровский район Хабаровского края) [Барышникова, Дубатолов, 2007].

Причина внезапного появления *Ph. issikii* в европейской части РФ осталась неизвестной. Гипотеза постепенного расширения ареала моли по ареалам представителей рода *Tilia* бесперспективна. В голоцене в результате послеледникового термического оптимума границы ареалов ряда широколиственных пород были значительно сокращены [Толмачёв, 1974]. Это привело к полному исчезновению лип на территории от Енисея до среднего Приамурья.

В литературе обсуждают два возможных варианта вектора липовой моли-пестрянки в европейской части РФ. Согласно первому из них, появление минёра произошло с интродукцией растений [Барышникова, Большаков, 2004]. Из трёх видов лип, растущих на российском Дальнем Востоке [Коропачинский, Встовская, 2002], два успешно интродуцированы в европейской части России. Липы амурская (*T. amurensis* Rupr.) и маньчжурская (*T. mandshurica* Rupr.) известны в виде культур в Москве, Санкт-Петербурге, Воронежской, Липецкой и Ульяновской областях, а также на Украине (Киев), начиная с 1958 г. [Васильев, 1958]. Согласно второму варианту, интродукция минёра произошла с транзитным грузом,

пришедшим с Дальнего Востока, возможно как с железнодорожным [Козлова, 2006; Гниненко, Козлова, 2007], так и с авиационным [Buszko, Mazurkiewicz, 1998; Золотухин, 2002; Roques, Lees, 2010] транспортом.

Точное время появления *Ph. issikii* в европейской части России также неизвестно. Достоверно известно лишь то, что к моменту выхода в свет фундаментальной сводки по Gracillariidae [Кузнецов, 1981] этот вид не был известен в европейской части СССР. По всей вероятности, липовая моль-пестрянка была завезена в Европу в период 1980–1984 гг. Согласно устному сообщению С.А. Сачкова [Мищенко, Золотухин, 2003], минёр был известен в Ульяновской обл. ещё в 1982 г. По мнению В.В. Золотухина [2002], *Ph. issikii* могла попасть в г. Ульяновск непосредственно прямыми рейсами из Японии самолетов предприятия «Авиастар-СП». Одна из наиболее ранних находок вида датируется 1985 г. [Беднова, Белов, 1999]: липовая моль была обнаружена в зелёных насаждениях г. Москвы (в Фили-Кунцевском лесопарке, лесопарке «Сокольники», в сквере на Люблинской улице). Столь значительный разброс точек в городе свидетельствует о том, что моль впервые появилась в Москве до 1985 г. В дальнейшем расширение ареала минёра произошло как на запад, так и на восток по ареалу рода *Tilia* (рис. 2).

Инвазия *Ph. issikii* на территории РФ была стремительной. В 1986 г. рост численности минёра был отмечен как для Москвы, так и для Подмосковья [Орлинский и др., 1991; Осипова, 1992]. В 1988 и 1989 гг. на территории Приокско-Террасного биосферного заповедника повреждённость листьев липы минёром составляла лишь 7 и 9.5%, соответственно [Осипова, 1990]. В 1987 г. было замечено увеличение численности липовой моли близ п. Рамонь Воронежской области [Кузнецов и др., 1988; Козлов, Коричева, 1989; Козлов, 1991]. К 1991 г. липовая моль-пестрянка была обнаружена в городах Самара и Уфа [Козлов, 1991; Kozlov, Koricheva, 1991], а также в Ульяновской области [Мищенко, Золотухин, 2003]. В 1992 г. минёра нашли в Рязанской и Ленинградской областях [Осипова, 1992]. В 1995 г. моль была

выявлена в Ярославской обл. [Клепиков, 2005]. В 1999 г. вид *Ph. issikii* был найден в Удмуртской Республике [Ермолаев, Мотошкова, 2008]. В 2000 г. минёр был обнаружен в парке Лесотехнической академии г. Санкт-Петербурга [Поповичев, Бондаренко, 2010]. К 2002 г. липовая моль-пестрянка повреждала липы в Саратовской и Пензенской областях, а также в Республике Татарстан [Золотухин, 2002]. В этом же году минёра нашли в небольшом количестве в Нижегородской обл. на территории заповедника «Керженский» [Ануфриев, Баянов, 2002] и в г. Йошкар-Ола [Козлова, 2006]. В 2003 г. моль обнаружили в Калининградской обл. [Гниненко, Козлова, 2008] и в г. Белгороде [Стручаев, 2011], в 2004 г. – в Тульской [Барышникова, Большаков, 2004], Тверской [Гниненко, Козлова, 2008] и Калужской [Шмы-

това, 2005] областях. В 2005 г. минёра нашли в Смоленской обл. [Шмытова, 2005], а также в г. Тюмень и Курган [Гниненко, Козлова, 2006; 2007]. В 2008 г. бабочки *Ph. issikii* были собраны на световую ловушку близ деревни Лащ-Таяб Яльчикского района Чувашской Республики [Ластухин, 2010]. В этом же году минёра нашли в Новосибирске в дендрарии Центрального сибирского ботанического сада СО РАН [Кириченко и др., 2009 а; б]. При этом доля листьев с минами не превышала 10%. В 2010 г. липовая моль была обнаружена в значительном количестве в дендрарии научно-исследовательского института садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко (г. Барнаул) [Кириченко, 2013]. Повреждённость листьев липы мелколистной достигала 70%. В 2012 г. единичные повреждения липы мелколистной

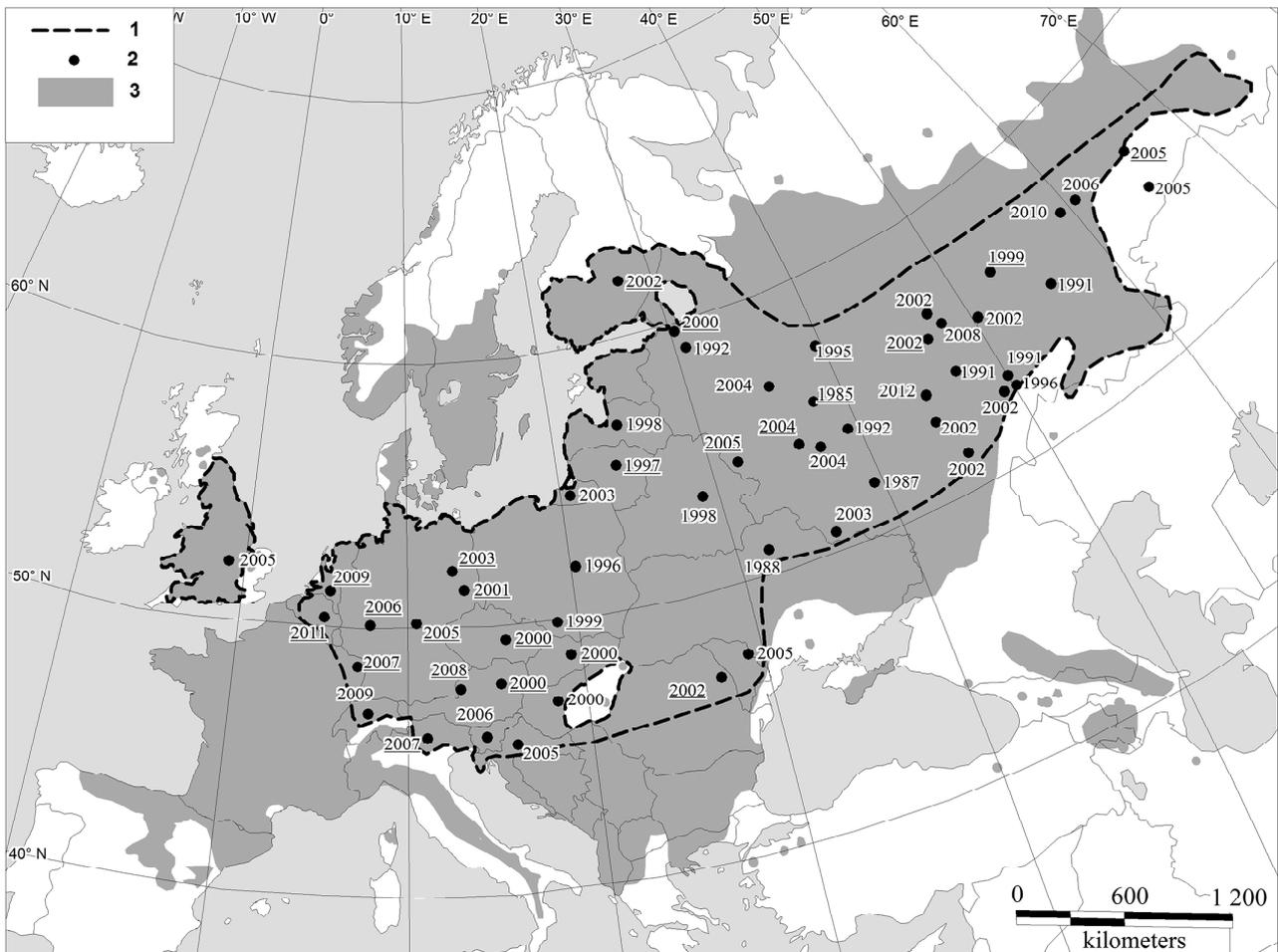


Рис. 2. Ареал липовой моли-пестрянки *Ph. issikii* в Западной Евразии. 1 – границы распространения минёра на 2011 г.; 2 – точки обнаружения вида; 3 – ареал рода *Tilia*. Подчёркнуты годы выявления вида на первой фазе инвазии.

Таблица 1. Данные литературы по первым находкам липовой моли-пестрянки *Ph. issikii* в странах Европы

| Год | Страна | Точное место | Автор |
|-------|----------------|--|--|
| 1985 | Россия | г. Москва | Беднова, Белов, 1999 |
| 1988* | Украина | г. Киев | Buszko, Mazurkiewicz, 1998 |
| 1996* | Польша | – | Buszko et al., 2000 |
| 1997 | Литва | Шилутский район (парк Пагегю), г. Вильнюс (парк Вингис) | Noreika, 1998 |
| 1998* | Латвия | – | Buszko et al., 2000 |
| 1998* | Белоруссия | – | Buszko et al., 2000 |
| 2000 | Чехия | ряд мест (в том числе Brno-Žebětín, Brno-Kohoutovice и др.) | Šefrová, 2002 |
| 2000 | Словакия | д. Секуле (Sekule), г. Пезинок (Pezinok) | Šefrová, 2002 |
| 2000 | Австрия | федеральная земля Нижняя Австрия (г. Рец, г. Мистельбах-ан-дер-Цайя) | Huemer, Rabitsch, 2002 Šefrová, 2002 |
| 2000* | Венгрия | – | Šefrová, 2002 |
| 2001 | Германия | федеральные земли Саксония, Бранденбург (Jänschwalde-Ost, Groß Gastrose) | Graf et al., 2002 Lehmann, Stübner, 2004 a; b |
| 2002* | Финляндия | – | Kullberg et al., 2002 |
| 2002 | Румыния | близ г. Яссы (Gheorghitoaia и Frumușica) | Ureche, 2006 Stolnicu, Ureche, 2007 |
| 2005* | Приднестровье | – | Антюхова, 2010 |
| 2005* | Великобритания | – | Edmunds, Langmaid, 2005 |
| 2005* | Хорватия | г. Загреб | Matošević, 2007 a; b |
| 2006* | Болгария | – | Томов, 2009 |
| 2006* | Словения | – | Jurc, 2012 |
| 2007 | Италия | природный парк Шлерн (Schlern), Южный Тироль | Huemer, 2007 |
| 2007 | Франция | Байнхайм, регион Эльзас | Reinhardt, Rennwald, 2007 |
| 2009 | Голландия | провинция Лимбург, д. Постерхолт (Posterholt) и д. Синт-Одилиенберг (Sint Odiliënberg), провинция Южная Голландия, д. Шунревоерд (Schoonrewoerd) | Huisman et al., 2013 Doorenweerd et al., 2014 |
| 2009* | Швейцария | – | Meier et al., 2010 |
| 2011 | Бельгия | Зютендааль (Zutendaal) | Wullaert, 2012 |
| 2011* | Молдавия | – | Timuș, 2015 |

Примечание: * – вид появился раньше указанного срока или состояние его популяций не указано.

были отмечены в Кузедеевской липовой роще (Кемеровская область) [Кириченко, 2013]. При этом поврежденность листьев нижней части кроны не превышала 8%.

За пределами РФ липовая моль-пестрянка была впервые отмечена в 1988 г. в парках г. Киева [Buszko, Mazurkiewicz, 1998]. При этом плотность заселения липы молью была значительной. В 1996 г. липовую моль нашли во многих местах восточной Польши [Buszko, Mazurkiewicz, 1998; Buszko et al., 2000]. К 1999 г. вид-вселенец дошел до столицы Силезского воеводства – г. Катовицы [Šefrová, 2002]. В

1997 г. минёра нашли в Литве (Шилутский район (парк Пагегю), г. Вильнюс (парк Вингис) [Noreika, 1998], а в 1998 г. – в Латвии и Белоруссии [Buszko et al., 2000]. Хронология дальнейшего распространения *Ph. issikii* в Европе представлена в таблице 1.

К 2011 г. липовая моль-пестрянка была обнаружена (в соответствии с ареалом рода *Tilia*) во всех странах Европы, за исключением Испании, Дании, Норвегии и Швеции. Кроме того, минёр до сих пор не отмечен и на Кавказе. Общая площадь ареала моли (на 2011 г.) в Европе и Западной Сибири составила

4 086 000 км², или 60.4% от всей площади ареала аборигенных видов *Tilia*.

Согласно современным представлениям, инвазия состоит из трёх фаз: появления, становления и распространения [Liebhold, Tobin, 2008]. Во время первой фазы особи попадают за пределы естественного ареала вида. Во второй фазе идёт формирование самостоятельной популяции вида на новой территории, в третьей – экспансия в новые местообитания, соответствующие экологическому стандарту вида.

В условиях Европы липовая моль-пестрянка может проходить три фазы инвазии за три календарных года. Так, если в 2005 г. в Словакии *Ph. issikii* был известен локально, то в 2006 г. – почти повсеместно [Zúbrik et al., 2007]. С момента обнаружения первых мин *Ph. issikii* в насаждениях г. Москвы в 1985 г. [Беднова, Белов, 1999] до момента образования первых очагов в несколько тысяч гектаров в 1987 г. минёру потребовалось всего три года, или шесть поколений [Белов, 2000]. Уже через три года после появления липовой моли-пестрянки липовые насаждения в Черновицкой обл. Украины имели высокую плотность заселения минёром [Гниненко, 2011]. При этом динамика роста плотности минёра в насаждении носила стре-

мительный характер. Экстремальное проявление абиотических факторов 2010 г. в виде жаркой и сухой погоды привело к исчезновению липовой моли-пестрянки по всем липовым насаждениям Удмуртии. В результате появилась уникальная возможность проследить динамику нарастания численности моли при заселении ею липняка. Если в 2011 г. плотность заселения первой генерации моли на пробной площади «Телевышка» была 1.6 ± 0.4 ($n=150$, где n – количество модельных деревьев) мин на 100 листьев, то в 2012 и 2013 гг. этот показатель составил 51.6 ± 7.9 ($n=143$) и 213.0 ± 12.3 ($n=140$) мин на 100 листьев, соответственно. Если в 2011 г. только отдельные модельные деревья липы на пробной площади были заселены молью, то уже в 2012 г. число заселённых деревьев составило 100%. Таким образом, уже к третьему году экспансии липовой моли-пестрянки в липняке плотности минёра могут достигать порога вредности [Ермолаев, 2014]. С повышением плотности *Ph. issikii* становится абсолютным доминантом среди всех филлофагов липы [Ермолаев, Сидорова, 2011]. Например, в 2015 г. в г. Ижевске плотность заселения минёром отдельных деревьев липы составляла 35 (!) и более мин на лист (рис. 3).



Рис. 3. Листья липы мелколистной с плотностью заселения липовой молью-пестрянкой *Ph. issikii* в 35 мин на лист (Ижевск, пробная площадь «Малиновая гора», 18.07.2015).

Для насекомых наиболее точным методом определения времени появления объекта в новом регионе (первая фаза инвазии) является феромонный мониторинг. Метод позволяет выявить чужеродный вид при наличии единичных особей. Однако применить этот метод по отношению к липовой моли-пестрянке не представляется возможным, поскольку феромоны вида до сих пор не исследованы.

Сложность реконструкции истории биологической инвазии *Ph. issikii* заключается в малочисленности существующих данных и часто значительном запаздывании между временем обнаружения вида на определённой территории

и публикацией информации об этом. Исследование популяций минёра в большинстве случаев носило случайный характер и было основано исключительно на визуальном методе обследования насаждений липы. При этом сами исследователи часто обращали внимание на минёра только на второй или даже третьей фазе инвазии. Например, анализ данных литературы по первым находкам *Ph. issikii* в регионах РФ (табл. 2) и в странах Европы (табл. 1), свидетельствует о том, что с помощью визуального обследования первая фаза инвазии минёра была выявлена только в 12 случаях из 29 и в 11 случаях из 24, соответственно.

Таблица 2. Данные литературы по первым находкам липовой моли-пестрянки *Ph. issikii* в регионах РФ

| Год | Регион | Точное место | Авторы |
|-------|----------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 1985 | Московская обл. | г. Москва | Беднова, Белов, 1999 |
| 1987* | Воронежская обл. | п. Рамонь | Кузнецов и др., 1988 |
| 1991* | Самарская обл. | г. Самара | Козлов, 1991 |
| 1991* | Респ. Башкортостан | г. Уфа | Козлов, 1991 |
| 1991* | Ульяновская обл. | с. Шиловка Сенгилеевского р-на | Мищенко, Золотухин, 2003 |
| 1992* | Ленинградская обл. | – | Осипова, 1992 |
| 1992* | Рязанская обл. | – | Осипова, 1992 |
| 1995 | Ярославская обл. | д. Артемьево Тутаевского р-на | Клепиков, 2005 |
| 1999 | Удмуртская Респ. | г. Ижевск | Ермолаев, Мотошкова, 2008 |
| 2000 | Ленинградская обл. | г. Санкт-Петербург | Поповичев, Бондаренко, 2010 |
| 2002* | Респ. Марий Эл | г. Йошкар-Ола | Козлова, 2006 |
| 2002 | Нижегородская обл. | Заповедник «Керженский» | Ануфриев, Баянов, 2002 |
| 2002* | Пензенская обл. | – | Золотухин, 2002 |
| 2002* | Респ. Татарстан | – | Золотухин, 2002 |
| 2002* | Саратовская обл. | – | Золотухин, 2002 |
| 2003* | Белгородская обл. | г. Белгород | Стручаев, 2011, 2013 |
| 2003* | Калининградская обл. | Гвардейский лесхоз | Гниненко, Козлова, 2008 |
| 2004* | Тверская обл. | – | Гниненко, Козлова, 2008 |
| 2004* | Тульская обл. | – | Барышникова, Большаков, 2004 |
| 2004 | Калужская обл. | с. Кцынь Ульяновского р-на | Шмытова, 2005 |
| 2005 | Смоленская обл. | д. Юшково Вяземского р-на | Шмытова, 2005 |
| 2005 | Курганская обл. | г. Курган | Гниненко, Козлова, 2006 |
| 2005 | Тюменская обл. | г. Тюмень | Гниненко, Козлова, 2006 |
| 2006* | Свердловская обл. | г. Екатеринбург | Богачева, 2012 |
| 2008 | Чувашская Респ. | д. Лац-Таяб Яльчикского р-на | Ластухин, 2010 |
| 2008 | Новосибирская обл. | г. Новосибирск | Кириченко и др., 2009 а; б |
| 2010* | Алтайский край | г. Барнаул | Кириченко, 2013 |
| 2012* | Респ. Мордовия | п. Калыша, Ичалковского р-на | Сусарев, 2014 |
| 2012 | Кемеровская обл. | Куздеевская липовая роща | Кириченко, 2013 |

Примечание: * – вид появился раньше указанного срока или состояние его популяций не указано.

Скорость инвазии. Попыток оценить скорость инвазии *Ph. issikii* в Европе было не сколько. Разные авторы оценивали этот показатель от 80 до 100 [Lehmann, Stübner, 2004 a; b; Lehmann, 2009; Kirichenko et al., 2014], в 110 [Šefrová, 2003] и даже в 200 км в год [Rodeland, 2007]. Однако во всех этих случаях принцип расчёта скорости инвазии минёра приведён не был.

В действительности скорость инвазии *Ph. issikii* – величина переменная, связанная с направлением движения и особенностями отдельного года. Максимальные скорости инвазии минёра были показаны в направлении на запад и восток ареала-реципиента. Так, к 2005 г. липовая моль-пестрянка была обнаружена (на первой фазе инвазии) на западе ареала в г. Эрфурт (Германия) [Rodeland, 2007], на востоке – в г. Тюмени [Гниненко, Козлова, 2006]. Расстояние по прямой от Москвы в первом случае составляет 1840, во втором – 1720 км. Легко подсчитать, что скорость инвазии *Ph. issikii* на запад составила 81.9, на восток – 87.6 км в год. Расстояние до г. Санкт-Петербурга (северо-западное направление) минёр преодолел к 2000 г. [Поповичев, Бондаренко, 2010], то есть скорость экспансии липовой моли составляла 40 км в год. В сторону Ярославской обл. [Клепиков, 2005] (северо-восточное направление) скорость инвазии вида составила только 24 км в год. Исходя из полученных выше данных (4 086 000 км² за 27 лет инвазии) легко подсчитать, что радиальная скорость инвазии [Tobin et al., 2015] *Ph. issikii* составила 42.2 км в год.

Скорость инвазии *Ph. issikii* может резко снижаться на границах ареала растения-хозяина. Так, в 1988 г. минёр был выявлен в г. Киеве [Buszko, Mazurkiewicz, 1998], а в г. Харькове (по прямой от Киева – 409 км) только спустя двадцать (!) лет, то есть в 2007 г. [Мешкова, Микулина, 2010]. При этом в липовых насаждениях г. Донецка (по прямой от Харькова – 246 км) минёра нет до сих пор. Согласно устному сообщению сотрудников лаборатории проблем биоинвазий и защиты растений ГУ Донецкого ботанического сада В.В. Мартынова и Т.В. Никулиной, специально проведённое

в 2014–2015 гг. исследование показало полное отсутствие *Ph. issikii* в окрестностях города. В Приднестровье липовая моль-пестрянка была впервые обнаружена в 2005 [Антюхова, 2010], а в соседней Молдавии – только в 2011 г. [Timus, 2015]. То же справедливо и для северной границы ареала липы. Согласно устному сообщению С.В. Пестова, специальное исследование 2014 г. не выявило минёра в посадках липы г. Сыктывкара. Хотя в г. Кирове (350 км южнее) липовая моль известна, по меньшей мере, с 2003 г.

Факторы, способствующие инвазии. Среди молей-пестрянок, расширяющих свои ареалы в Европе в настоящее время, *Ph. issikii* имеет самую высокую скорость распространения. Для сравнения *Ph. platani* (Staudinger, 1870) расширяет ареал со скоростью – 15, *Ph. leucographella* (Zeller, 1850) – 60, *Ph. medicaginella* (Gerasimov, 1930) – 20, *Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986 – 60–70 км в год [Šefrová, 2003]. На наш взгляд, высокая скорость инвазии *Ph. issikii* связана с рядом обстоятельств.

Инвазии способствует широкое распространение липовых насаждений в Западной Европе. Согласно нашим оценкам (рис. 2), общая площадь ареала аборигенных видов рода *Tilia* составляет 6 770 000 км². Повсеместная распространённость дерева-хозяина создаёт идеальные условия для успешного прохождения второй фазы инвазии.

В регионе-реципиенте *Ph. issikii* не имеет прямых аборигенных конкурентов. Например, в Западной Европе отмечено 10 видов, которые минируют листья липы [Pigott, 1991]: *Stigmella tiliae* (Frey, 1856) (Nepticulidae), *Incurvaria mascullella* (Denis & Schiffermüller, 1775) (Incurvariidae), *Bucculatrix thoracella* (Thunberg, 1794) (Lyonetiidae), *Phyllonorycter messaniella* (Zeller, 1846) (Gracillariidae), *Roeslerstammia erxlebella* (Fabricius, 1787) (Yponomeutidae), *Coleophora siccifolia* Stainton, 1856, *C. violacea* (Ström, 1783), *C. ahenella*, Heinemann, 1876, *C. anatipennella* (Hübner, 1796) (Coleophoridae), *Parna tenella* (Klug, 1814) (Tenthredinidae). В Восточной Европе было известно восемь минёров липы [Вреди-

тели леса, 1955]: *S. tiliae*, *Incurvaria koernerella* (Zeller, 1839), *I. oehlmanniella* (Hübner, 1796) (два последних – Incurvariidae), *B. thoracella*, *C. ahenella*, *C. anatipennella*, *P. tenella*, *Trachys minuta* (Linnaeus, 1758) (последний – Buprestidae). В общей сложности из тринадцати видов только два (*S. tiliae* и *P. tenella*) являются узкоспециализированными минёрами рода *Tilia*. При этом оба вида встречаются относительно редко и не создают эруптивную плотность заселения дерева-хозяина.

В Западной Евразии минёр встречается в отсутствие регулирующего влияния со стороны представителей третьего трофического уровня. Это приводит к высокой выживаемости генераций *Ph. issikii*. Исследования, проведённые в 1989 г. А.С. Осиповой [1990] в Приокско-Террасном биосферном заповеднике, показали, что выживаемость *Ph. issikii* первого поколения составила 70.3 ± 1.6 , второго – $67.4 \pm 5.9\%$. Схожие результаты были получены при обследовании популяций минёра в Фили-Кунцевском лесопарке г. Москвы [Мозолевская и др., 2000]: в 1998 г. выживаемость липовой моли была в диапазоне от 46.1 до 62.5%, в 1999 г. – от 71.0 до 92.7%. Исследование, проведённое в 2013 г. в трёх парках г. Санкт-Петербурга, показало, что выживаемость минёра может составлять до 53% [Тимофеева, 2014]. При этом общая смертность варьировала в диапазоне от 41 до 69%, из которых смертность от неустановленных причин – от 32 до 55, а от паразитоидов – от 9 до 17%. Наше исследование [Ермолаев и др., 2011], проведённое в 2001–2005 и в 2015 гг. на трёх пробных площадях в г. Ижевске, показало крайне высокую выживаемость (от 53.2 до 89.0%) куколок первой генерации *Ph. issikii* вне зависимости от структуры пробной площади. Несмотря на разнообразие комплекса паразитоидов смертность от них была незначительна (от 0.9 до 12.5%) и имела положительную и достоверную связь с плотностью заселения растений только в 2 случаях из 18. Низкая смертность минёра позволяет ему быстро увеличивать плотность заселения растений в новых местообитаниях.

К настоящему времени установлено, что среди патогенов *Ph. issikii* присутствует гриб

Lecanicillium aphanocladii Zare & W. Gams, 2001. Этот патоген неизвестного происхождения, выявленный в 2010–2011 г. в городе Вильнюсе (Литва), приводил к 21.9% смертности гусениц минёра [Pečiulytė, Kačergius, 2012]. Передача патогена происходит горизонтально: от растения к растению.

Комплекс хищников липовой моли-пестрянки *Ph. issikii* изучен слабо. В Болгарии хищные членистоногие были отмечены как самый важный фактор смертности гусениц *Ph. issikii* [Томов, 2009]. Среди них наибольшее значение имел кузнечик *Meconema meridionale* (Costa, 1860). По всей вероятности, одним из наиболее обычных хищников минёра является евросибирский клоп *Anthocoris nemorum* (Linnaeus, 1761) (Anthocoridae). Питание клопа минёром отмечено в Подмоскowie [Осипова, 1992; 1995], Ульяновской обл. [Мищенко, 2011] и Удмуртской Республике [Ермолаев, Домрочев, 2016]. Клоп нападает на гусениц и куколок моли, прокалывая эпидермис листа хоботком над миной. Кроме того, личинок этого клопа можно обнаружить внутри повреждённой мины [Мищенко, 2011]. Помимо этого в качестве хищника был отмечен стафилин *Anthophagus caraboides* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera, Staphylinidae) [Осипова, 1992; Ермолаев, Домрочев, 2016].

Согласно последним данным (табл. 3), комплекс паразитоидов *Ph. issikii* состоит из 47 видов. При этом 42 вида (89.4%) – представители эвлофид (Eulophidae) из трёх подсемейств (Eulophinae, Entedoninae, Tetrastichinae), 1 вид (2.1%) из семейства Ichneumonidae и 4 вида (8.5%) из семейства Braconidae.

В комплекс паразитоидов *Ph. issikii* входят также неопределённые до вида представители родов: *Pnigalio* sp. [Осипова, 1992; Кириченко, 2013; Мешкова, Микулина, 2013], *Sympiesis* sp. [Осипова, 1992], *Elachertus* sp. [Hirao, Murakami, 2008; Мешкова, Микулина, 2013], *Chrysocharis* sp. [Осипова, 1992; Hirao, Murakami, 2008; Кириченко, 2013], *Entedon* sp. [Мищенко и др., 2007; Ефремова, Мищенко, 2008; 2010; Ермолаев, Аимбетова, 2016], *Achrysocharoides* sp. (три вида) [Hirao, Murakami, 2008; Мешкова, Микулина, 2013],

Таблица 3. Видовая структура комплекса паразитоидов липовой моли-пестрянки *Ph. issikii* (на начало 2017 г.)

| Вид | Европа | | | Европейская часть РФ | | | ДВ |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------------|-----------------|-----------------|----|
| | Словакия | Венгрия | Украина | Московск. обл. | Ульяновск. обл. | Удмуртск. Респ. | |
| Eulophidae | | | | | | | |
| <i>Diglyphus puzstensis</i> (Erdős & Novicky, 1951)* | + | | | | | | |
| <i>Dicladocerus westwoodii</i> Westwood, 1832* | | | | | | + | |
| <i>Pnigalio agraulis</i> (Walker, 1839)* | | | | + | | | |
| <i>P. cristatus</i> (Ratzeburg, 1848)* | | | | | + | | |
| <i>P. gyamiensis</i> Myartseva & Kurashev, 1990* | | | | | + | | |
| <i>P. mediterraneus</i> Ferrière & Delucchi, 1957* | | | + | | | | |
| <i>P. nemati</i> (Westwood, 1838)* | | | | | | + | |
| <i>P. longulus</i> (Zetterstedt, 1838) * | + | | | | | | |
| <i>P. soemius</i> (Walker, 1839)* | + | + | + | | + | + ¹ | |
| <i>Sympiesis angustipennis</i> (Erdős, 1954)* | | + | | | | | |
| <i>S. dolichogaster</i> Ashmead, 1888* | + | + | | | | + | |
| <i>S. gordius</i> (Walker, 1839)* | + | + ² | + ¹ | | + ¹ | + ² | |
| <i>S. laevifrons</i> Kamijo, 1965* | | | | | | | + |
| <i>S. sericeicornis</i> (Nees, 1834)* | + ³ | + ³ | + ² | | + | + | + |
| <i>Cirrospilus diallus</i> Walker, 1838* | | | | | + | + | |
| <i>C. elegantissimus</i> Westwood, 1832* | | + | + ³ | | + | | |
| <i>C. lynceus</i> Walker, 1838* | + | + | | | + | + | |
| <i>C. pictus</i> Nees, 1834* | + | | + | | | + | |
| <i>C. viticola</i> (Rondani, 1877)* | | + | | | + | | |
| <i>C. vittatus</i> Walker, 1838* | + | | | | | + | |
| <i>Elachertus fenestratus</i> Nees, 1834* | | | | | | + | + |
| <i>E. inunctus</i> Nees, 1834* | + | | | | + | | |
| <i>Hyssopus geniculatus</i> (Hartig, 1838)* | | | | + | + | + | |
| <i>H. nigrifrons</i> (Zetterstedt, 1838)* | | | | | | + | |
| <i>Pediobius cassidae</i> Erdős, 1958 | | | | | + | | |
| <i>P. metallicus</i> (Nees, 1834) | + | | | | + | | |
| <i>P. saulius</i> (Walker, 1839) | + ² | + | + | | | | |
| <i>Pleurotropopsis japonica</i> (Kamijo, 1977) | | | | | | | + |
| <i>Chrysocharis laomedon</i> Walker, 1839 | | | + | + | + ³ | + ³ | + |
| <i>Ch. nephereus</i> Walker, 1839 | + | | | | | + | |
| <i>Ch. phryne</i> Walker, 1839 | + | | | | | + | |
| <i>Ch. pubicornis</i> Zetterstedt, 1838 | + | | | | + | + | |
| <i>Ch. ujiyei</i> Kamijo, 1977 | | | | | | | + |
| <i>Neochrysocharis formosus</i> (Westwood, 1833) | | | | | | + | |
| <i>N. cuprifrons</i> Erdős, 1954 | | | | | | + | |
| <i>Omphale versicolor</i> (Nees, 1834) | | + | | | | | |
| <i>Achrysocharoides cilla</i> (Walker, 1839) | | + | | | | | |
| <i>Aprostocetus zoilus</i> (Walker, 1839) | | | | | + | | |
| <i>Baryscapus nigroviolaceus</i> (Nees, 1834) | + | | | | | | |
| <i>Minotetrastichus frontalis</i> Nees, 1834* | + ¹ | + ¹ | + | | + ² | + | |
| <i>Mischotetrastichus petiolatus</i> (Erdős, 1961)* | + | | | + | + | + | +? |
| <i>Oomyzus incertus</i> (Ratzeburg, 1844) | + | | | | + | + | |
| Ichneumonidae | | | | | | | |
| <i>Eudelus simillimus</i> (Taschenberg, 1865) * | + | | | | | | |
| Braconidae | | | | | | | |
| <i>Dolichogenidea dilecta</i> (Haliday, 1834) | | | | | | | + |
| <i>Colastes braconius</i> Haliday, 1833 * | + | | | | | | |
| <i>Pholetesor circumscriptus</i> (Nees, 1834) | + | | | | | | |
| <i>Ph. exiguus</i> (Haliday, 1834) | + | | | | | | |
| Всего: | 23 | 12 | 9 | 4 | 19 | 22 | 8 |

Примечание. Материалы по Словакии – [Ермолаев, Аимбетова, 2016], Венгрии – [Szöcs et al., 2014], Украине – [Меу, 1991; Мешкова, Микулина, 2013], Московской обл. – [Gokhman et al., 2014], Ульяновской обл. – [Егоренкова, 2008; Ефремова, Мищенко, 2008, 2010; Мищенко, 2014], Удмуртской Республике – [Ермолаев и др., 2011], Японии – [Kamijo, 1965; 1977 a; b; Kamijo, Ikeda, 1997; Hiraio, Murakami, 2008]. +¹, +², +³ – место среди доминирующих видов. * – эктопаразитоид. ДВ – Дальний Восток.

Aprostocetus sp. [Мищенко и др., 2007; Ефремова, Мищенко, 2008; 2009, 2010; Ефремова и др., 2009; Szöcs et al., 2014] (Eulophidae); *Holcothorax* sp. [Hirao, Murakami, 2008] (Encyrtidae); *Trichogramma* sp. [Осипова, 1992] (Trichogrammatidae), *Pholetesor* sp. [Hirao, Murakami, 2008], *Apanteles* sp. [Мищенко и др., 2007; Ефремова, Мищенко, 2008; 2010; Ермолаев и др., 2011; Yefremova, Mishchenko, 2012; Szöcs et al., 2014] (Braconidae).

Общая заражённость паразитоидами *Ph. issikii* в европейской части ареала моли крайне низка. Так, в период 2011–2013 гг. общая средняя заражённость паразитоидами *Ph. issikii* в парках г. Братиславы составила 22.1 ± 1.1 (n=60) [Ермолаев, Аимбетова, 2016]. Величина данного показателя в 16 точках Венгрии [Szöcs et al., 2014] в 2011 г. была 37.2%, в 2012 и 2013 гг. – 28 и 9.6%, соответственно. В 2006 г. общая средняя заражённость паразитоидами *Ph. issikii* в 22 пунктах Ульяновской обл. составила 21.4 ± 1.8 [Ефремова, Мищенко, 2008]. В период 2001–2005 гг. в Удмуртской Республике на трёх пробных площадях этот показатель варьировал от 0.9 ± 0.2 до $12.5 \pm 0.9\%$ [Ермолаев и др., 2011].

Из таблицы 3 видно, что в странах Центральной Европы среди паразитоидов *Ph. issikii* доминирует гregarный личиночно-кукольный эктопаразитоид *Minotetrastichus frontalis*. Так, в период 2011–2013 гг. в парках г. Братиславы доля вида в паразитокомплексе составляла $31.8 \pm 2.3\%$ (n=60) [Ермолаев, Аимбетова, 2016]. В эти же годы общая доля *M. frontalis* в сборах по 16 пунктам Венгрии достигала 83.7% [Szöcs et al., 2014]. Помимо этого (в 2006 г.) *M. frontalis* был вторым по численности в Ульяновской обл. Доля этого вида составила $19.3 \pm 3.8\%$ (n=22) [Ефремова, Мищенко, 2008].

Одиночный эктопаразитоид личинок и куколок насекомых минёров *Sympiesis gordius* преобладал в сборах паразитоидов *Ph. issikii* на Украине и в Ульяновской обл. Так, доля *S. gordius* в комплексе паразитоидов, собранных в 1988 г. на трёх точках г. Киева, составила 46.4% [Meу, 1991]. В Ульяновской обл. эта величина достигала $43.1 \pm 3.7\%$ (n=22) [Ефремова, Мищенко, 2008]. Помимо этого *S. gordius*

был вторым по численности в Венгрии и Удмуртской Республике. Так, доля *S. gordius* в сборах паразитоидов в Венгрии составила 5.3% [Szöcs et al., 2014], а в Удмуртской Республике – до 32.5% [Ермолаев и др., 2011].

В северо-восточной части ареала липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) среди паразитоидов *Ph. issikii* доминировал *Pnigalio soemius*. Доля вида в сборах достигала 60% (площадь № 3, 2003 г.) [Ермолаев и др., 2011]. При этом смертность минёра от *P. soemius* не имела достоверной положительной связи с плотностью заселения *Ph. issikii* ни в одном из пятнадцати изученных случаев.

Для выявления наиболее эффективных энтомофагов и патогенов *Ph. issikii* необходимо комплексное исследование представителей третьего трофического уровня минёра в регионе-доноре.

Быстрому темпу увеличения плотности заселения лип *Ph. issikii* в новом насаждении способствует высокий репродукционный потенциал вида. Минёр в течение сезона даёт две генерации. Эта особенность была отмечена на территории Японии [Kumata, 1963], Приморского края [Ермолаев, 1977], а также в Европе: Великобритании [Edmunds, Langmaid, 2005], Голландии [Doogenweerd et al., 2014], Чехии, Словакии [Šefrová, 2002], Австрии [Šefrová, 2002; Huemer, Erlebach, 2003; Perny, 2007], Словении [Jugc, 2012], Хорватии [Matošević, 2007a; b], Румынии [Ureche, 2006; Stolnicu, Ureche, 2007], Приднестровье [Антюхова, 2010; Антюхова, Мешкова, 2011], Польше [Jaworski, 2009; Soika, Łabanowski, 2014], Украине [Meshkova et al., 2013] и Белоруссии [Евдошенко, 2012; Евдошенко, Сауткин, 2012]. На территории РФ два поколения минёра отмечали в Ленинградской [Щербакова и др., 2011; Селиховкин, Тимофеева, 2012; Селиховкин и др., 2012; Тимофеева, 2014], Московской [Осипова, 1990; 1992; 1995; Белова и др., 1998; Беднова, Белов, 1999; Белов, 2011], Тульской [Барышникова, Большаков, 2004], Воронежской [Козлов, 1991], Самарской [Сачков и др., 1996], Новосибирской [Кириченко, 2013] областях. Однако на северной границе своего распространения (например, в

Ярославской обл. [Клепиков, 2005], Удмуртской Республике [Ермолаев, Мотошкова, 2008]) второе поколение минёра часто не успевает завершить своё развитие. В некоторых работах [Белова и др., 1998; Беднова, Белов, 1999; Perny, 2007; Белов, 2011; Золотухин, 2002; Ефремова, Мищенко, 2008; 2010; Осипова, 1995; Meshkova et al., 2013] указывается на возможность в отдельные сезоны с тёплой осенью формирования третьего поколения *Ph. issikii*. При этом часть гусениц третьего поколения погибает из-за листопада и холодов [Беднова, Белов, 1999; Гниненко, Козлова, 2008].

Высокая скорость инвазии *Ph. issikii* может быть связана со спецификой расселения вида. Общеизвестно, этот процесс у микрочешуекрылых происходит пассивно, главным образом, посредством ветра, или анемохории [Buszko, Mazurkiewicz, 1998; Šefrová, 2002]. Именно поэтому такие объекты называют воздушным планктоном [Huemer, Erlebach, 2003].

Расселение *Ph. issikii* происходит на стадии имаго. Результаты нашего исследования показали, что лёт *Ph. issikii* начинался в вечерние часы (с 19.30–19.40), когда на точечный источник начинала падать тень деревьев с опушки. Массовый лёт бабочек наблюдали с 20 до 21 ч. Например, 9 июля с 19 до 20 ч с источника взлетело 39 бабочек, с 20 до 21 и с 21 до 22 ч – 221 и 14 экземпляров моли, соответственно. Последние бабочки покидали источник к 22 ч. Лёт бабочек прекращался при температуре воздуха ниже 15 °С (влажность воздуха 76.3%). На протяжении остального времени суток бабочки сидели неподвижно или незначительно передвигались по листьям липы. Абсолютное большинство взлетающих бабочек стремительно набирало высоту, так что на расстоянии от 10 до 25 м от источника наблюдателю с земли их уже не было видно. При такой особенности лёта лишь отдельные особи попадали в ловушки, расположенные на расстоянии 10 и 25 м. В ловушках на расстоянии 50 и 75 м было по одному экземпляру моли. Использование восходящих от земли потоков воздуха позволяет бабочкам липовой моли-пестрянки быстро набирать высоту и, по-

видимому, перемещаться на значительные расстояния.

Благодаря анемохории инвазия *Ph. issikii* не идёт сплошным фронтом. Заселение определённых территорий минёром носит, по-видимому, точечный характер. Так, в августе 1988 г. повреждённость липы *Ph. issikii* близ посёлка Рамонь (Воронежская обл.) составляла 98%, плотность заселения – 4–6 мин на лист [Козлов, 1991]. При этом в 40 км от Рамони в г. Воронеже минёр не был обнаружен. Несмотря на появление минёра в 1999 г. в г. Ижевске наше исследование многих древостоев с участием липы на территории Удмуртии показало отсутствие этого вида. Липовая моль-пестрянка была обнаружена в Калужской и Смоленской областях на первой фазе инвазии в 2004 и 2005 гг. [Шмытова, 2005], соответственно. Хотя значительно западнее (в Белоруссии) вид был отмечен ещё в 1998 г. [Buszko et al., 2000].

По сравнению с другими инвазионными молями-пестрянками Европы расселение *Ph. issikii* меньше зависит от антропогенного транспорта [Šefrová, 2003]. Анализ распространения минёра не выявил каких-либо заметных концентраций вида близ дорог и иных коммуникаций [Buszko, Mazurkiewicz, 1998; Љefrovб, 2002]. Тем не менее, для *Ph. issikii* возможность передвигаться на транспорте несомненна. Этому может способствовать две особенности моли. С одной стороны – зимовка на стадии имаго, с другой – возможность использовать в качестве места для зимовки любые щели, в том числе и в упаковке транзитного груза. Именно этим можно объяснить тот факт, что в 1991 г. минёр был известен в городах Киев, Самара и Уфа [Козлов, 1991]. Это по прямой 760, 857 и 1170 км от г. Москвы, соответственно. С этим же, по-видимому, связано и появление *Ph. issikii* в 2005 г. в Великобритании [Edmunds, Langmaid, 2005]. Хотя к этому времени вид не достиг даже западных границ Германии, и тем более Ла-Манша.

Уникальность случая с липовой молью-пестрянкой заключается в том, что изменение плотности заселения минёром дерева-хозяина

оказывает влияние на соотношение внутривидовых форм [Ермолаев, Ижболдина, 2012]. Увеличение плотности заселения растения-хозяина приводит к повышению доли «тёмных» форм бабочек, отличающихся большей длиной крыла и плодовитостью. Длиннокрылость может обеспечить большую парусность крыльев и, следовательно, оказывать влияние на дальность расселения, а сравнительно высокая плодовитость определяет успешность освоения нового участка.

Таким образом, высокая скорость инвазии липовой моли-пестрянки *Ph. issikii* связана с рядом обстоятельств: широким распространением насаждений дерева-хозяина, отсутствием регулирующего влияния со стороны представителей третьего трофического уровня и прямых конкурентов минёра. Кроме того, этому способствует высокий репродукционный потенциал вида, особенность его расселения (анемохория) и возможность трансформации соотношения внутривидовых форм под влиянием плотности популяции.

Благодарности

Выражаем благодарность сотрудникам лаборатории проблем биоинвазий и защиты растений ГУ Донецкого ботанического сада В.В. Мартынову и Т.В. Никулиной, сотруднику лаборатории наземных и почвенных беспозвоночных Института биологии НЦ УрО РАН С.В. Пестову за любезно предоставленную ими информацию. Благодарим Ю.Н. Баранчикова (Институт леса СО РАН) за идею использованного метода оценки дальности разлёта бабочек минёра, С.Ю. Синёва (Зоологический институт РАН) и А.В. Селиховкина (Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет) за поддержку работы на разных этапах её выполнения. Работа выполнена в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки РФ (грант 1.1.2404).

Литература

Антюхова О.В. Биоэкологические особенности минирующих молей и защита от них декоративных растений-интродуцентов в Приднестровье: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.07 / Антюхова Ольга Владимировна. СПб.: ВНИИЗР РАСХН, 2010. 20 с.

- Антюхова О.В., Мешкова В.Л. Фитофаги декоративно-кустарниковых пород в Приднестровье. Тирасполь: ПГУ, 2011. 204 с.
- Ануфриев Г.А., Баянов Н.Г. Фауна беспозвоночных Керженского заповедника по результатам исследований 1993–2001 годов // Материалы по фауне Нижегородского Заволжья. Труды Государственного природного заповедника «Керженский». Нижний Новгород, 2002. Т. 2. С. 152–354.
- Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР / Под общ. ред. П.С. Чикова. М.: ГУГК, 1976. 340 с.
- Барышникова С.В., Большаков Л.В. *Microlepidoptera* Тульской области. 15. Молеобразные чешуекрылые семейств Bucculatricidae, Gracillariidae, Lyonetiidae (Hexapoda: Lepidoptera) // Биологическое разнообразие Тульского края на рубеже веков: Сборник научных статей. Тула, 2004. Вып. 4. С. 31–37.
- Барышникова С.В., Дубатов В.В. К изучению молевидных чешуекрылых (*Microlepidoptera*) Большехецирского заповедника (Хабаровский район): Сообщение 2. Bucculatricidae, Gracillariidae, Lyonetiidae // Животный мир Дальнего Востока. Благовещенск, 2007. Вып. 6. С. 47–50.
- Беднова О.В., Белов Д.А. Липовая моль-пестрянка (*Lepidoptera*, Gracillariidae) в зелёных насаждениях Москвы и Подмосквья // Лесной вестник. 1999. № 2. С. 172–177.
- Белов Д.А. Вспышки массового размножения листогрызущих насекомых и минёров и характеристика их очагов в Москве // Лесной вестник. 2000. № 6. С. 124–131.
- Белов Д.А. Особенности комплекса минирующих насекомых в г. Москве // Лесной вестник. 2011. № 7. С. 105–110.
- Белова Н.К., Култкова Е.Г., Шарапа Т.В., Сураппаева В.М., Беднова О.В., Белов Д.А. Вредители зелёных насаждений // Лесной вестник. 1998. № 2. С. 40–53.
- Богачева И.А. Обзор насекомых-филлофагов зелёных насаждений г. Екатеринбурга: сезонная динамика сообществ и факторы, её модифицирующие // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2012. Вып. 200. С. 129–137.
- Васильев И.В. Липовые – Tiliaceae Juss. // Деревья и кустарники СССР / Под ред. С.Я. Соколова. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1958. Т. 4. С. 659–727.
- Вредители леса / Под ред. А.А. Штакельберга. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1955. Т. 1, 2. 1097 с.
- Гниненко Ю.И. Массовые размножения инвазивных насекомых в лесу // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2011. Вып. 196. С. 209–216.
- Гниненко Ю.И., Козлова Е.И. Липовая моль-пестрянка в России и проблемы биологической защиты лип // Биологический метод защиты растений в интегрированных технологиях растениеводства: Конференция, 15–19 мая 2006 г. Познань, Польша. 2006. С. 16.

- Гниненко Ю.И., Козлова Е.И. Липовая моль-пестрянка *Phyllonorycter issikii* в Прибалтике // Информационный бюллетень ВПРС МОББ. Биологические методы в интегрированной защите плодовых и лесных насаждений. Познань; Пушкино. 2007. № 37. С. 18–21.
- Гниненко Ю.И., Козлова Е.И. Прогрессирующие вредители липы в городских посадках // Защита и карантин растений. 2008. № 1. С. 47.
- Евдошенко С.И. Фенологические группы дендрофильных минёров-филлобионтов в зелёных насаждениях города Бреста // Биологические ритмы. Материалы международной научно-практической конференции. Брест, 11–12 октября 2012 г. Брест: Изд-во БрГУ, 2012. С. 79–82.
- Евдошенко С.И., Сауткин Ф.В. Моли-пестрянки (Lepidoptera: Gracillariidae) – вредители декоративных деревьев и кустарников зелёных насаждений Беларуси. Часть 1: подсемейство Lithocolletinae // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. 2012. № 3 (139). С. 128–135.
- Егоренкова Е.Н. Фауна наездников-тетрастихин (Hymenoptera, Eulophidae, Tetrastichinae) лесостепной части Среднего Поволжья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН, 2008. 18 с.
- Ермолаев В.П. Эколого-фаунистический обзор минирующих молей-пестрянок (Lepidoptera, Gracillariidae) Южного Приморья // Фауна насекомых Дальнего Востока: Сборник статей. Труды Зоологического института АН СССР. Л.: ЗИН АН СССР, 1977. Т. 70. С. 98–116.
- Ермолаев И.В. Биологическая инвазия липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* Kumata (Lepidoptera, Gracillariidae) в Европе // Сибирский экологический журнал. 2014. № 3. С. 423–433.
- Ермолаев И.В., Аимбетова С.И. Паразиты (Hymenoptera, Eulophidae, Ichneumonidae, Braconidae) липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Kumata) (Lepidoptera, Gracillariidae) // Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле. 2016. Вып. 1. С. 118–125.
- Ермолаев И.В., Домрочев Т.Б. Членистоногие, связанные с минами липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* Kumata (Lepidoptera, Gracillariidae) // IX Чтения памяти О.А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах: Материалы международной конф. Санкт-Петербург, 23–25 ноября 2016 г. СПб.: СПбГЛТУ, 2016. С. 29.
- Ермолаев И.В., Ефремова З.А., Ижболдина Н.В. Паразиты как фактор смертности липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii*, Lepidoptera, Gracillariidae) // Зоологический журнал. 2011. Т. 90. № 1. С. 24–32.
- Ермолаев И.В., Ижболдина Н.В. Влияние плотности популяции липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* Kumata (Lepidoptera, Gracillariidae) на соотношение внутривидовых форм // Энтомологическое обозрение. 2012. Т. 91, вып. 1. С. 131–142.
- Ермолаев И.В., Мотошкова Н.В. Биологическая инвазия липовой моли-пестрянки *Lithocolletis issikii* Kumata (Lepidoptera, Gracillariidae): особенности взаимоотношения минёра с кормовым растением // Энтомологическое обозрение. 2008. Т. 87. № 1. С. 15–25.
- Ермолаев И.В., Сидорова О.В. Сезонная динамика повреждения липы мелколистной комплексом членистоногих-филлофагов // Зоологический журнал. 2011. Т. 90. № 5. С. 552–558.
- Ефремова З.А., Краюшкина А.В., Мищенко А.В. Комплексы паразитов (Hymenoptera, Eulophidae) молей-пестрянок рода *Phyllonorycter* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Среднем Поволжье // Зоологический журнал. 2009. Т. 88. № 10. С. 1213–1221.
- Ефремова З.А., Мищенко А.В. Комплекс наездников-паразитов (Hymenoptera, Eulophidae) липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Среднем Поволжье // Зоологический журнал. 2008. Т. 87. № 2. С. 189–196.
- Ефремова З.А., Мищенко А.В. Новые данные о трофических связях наездников-эвлофид (Hymenoptera, Eulophidae) с чешуекрылыми (Lepidoptera) в Ульяновской области // Энтомологическое обозрение. 2009. Т. 88. № 1. С. 29–37.
- Ефремова З.А., Мищенко А.В. Динамика численности популяций доминирующих паразитов (Hymenoptera, Eulophidae) бабочки *Phyllonorycter issikii* (Kumata) (Lepidoptera, Gracillariidae) на Средней Волге // Труды Русского энтомологического общества. СПб., 2010. Т. 80 (2). С. 64–75.
- Золотухин В.В. О некоторых членистоногих-вселенцах на территории Ульяновской области // Природа Симбирского Поволжья. Ульяновск, 2002. Вып. 2. С. 200–203.
- Кириченко Н.И. Липовая моль-пестрянка *Phyllonorycter issikii* в Западной Сибири: некоторые экологические характеристики популяции недавнего инвайдера // Сибирский экологический журнал. 2013. № 6. С. 813–822.
- Кириченко Н.И., Баранчиков Ю.Н., Томошевич М.В., Кенис М. Повреждение листьев древесных растений-интродуцентов членистоногими и грибными патогенами в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН // Проблемы современной дендрологии. Материалы международной научной конф., посвященной 100-летию со дня рождения член-корр. АН СССР П.И. Лапина (30 июня – 2 июля 2009 г., Москва). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009 а. С. 758–762.
- Кириченко Н.И., Лоскутов Р.И., Седаева М.Л., Томошевич М.В., Кенис М. Освоение листьев древесных растений-интродуцентов насекомыми-минёрами в сибирских дендрариях // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2009 б. Вып. 187. С. 140–148.

- Клепиков М.А. Обзор фауны кривоусых крохоток-молей и молей-пестрянок (Lepidoptera: Bucculatricidae, Gracillariidae) Ярославской области // Эверсмания: Энтомологические исследования в Европейской России и соседних регионах. Тула: Гриф и К, 2005. Вып. 3–4. С. 56–62.
- Козлов М.В. Минирующая моль-пестрянка – вредитель липы // Защита растений. 1991. № 4. С. 46.
- Козлов М.В., Коричева Ю.Г. Распределение мин дендрофильных чешуекрылых семейств Nepticulidae, Tischeriidae и Gracillariidae (Lepidoptera) по кормовым растениям // Вестник ЛГУ. Сер 3. 1989. Вып. 1 (№ 3). С. 8–18.
- Козлова Е.И. Липовая минирующая моль-пестрянка *Phyllonorycter issikii* Kumata – вредитель липы в европейской части России // Защита леса от вредителей и болезней: Сборник статей. М.: ВНИИЛМ, 2006. С. 75–77.
- Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н. Древесные растения Азиатской России. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 707 с.
- Кузнецов В.И. Семейство Gracillariidae – моли-пестрянки // Определитель насекомых европейской части СССР. Т. 4. Чешуекрылые. 2-я часть. Л.: Наука, 1981. С. 149–311.
- Кузнецов В.И., Козлов М.В., Сексяева С.В. К систематике и филогении минирующих молей сем. Gracillariidae, Bucculatricidae и Lyonetiidae (Lepidoptera) с учётом функциональной и сравнительной морфологии гениталий самцов // Труды зоологического института АН СССР. Т. 176. Л.: ЗИН АН СССР, 1988. С. 52–71.
- Ластухин А.А. Летний спектр бабочек в окрестностях Яльчикского участка ГПЗ «Присурский» // Научные труды государственного природного заповедника «Присурский». Чебоксары, 2010. Т. 24. С. 80–86.
- Мешкова В.Л., Микулина И.Н. Особенности распространения липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* Kumata (Lepidoptera: Gracillariidae) в зелёных насаждениях города Харькова // Видовые популяции и сообщества в антропогенно трансформированных ландшафтах: состояние и методы его диагностики. Материалы XI Международной научно-практической экологической конф. 20–25 сентября 2010 г., г. Белгород. Белгород: ИПЦ ПОЛИТЕРРА, 2010. С. 172.
- Мешкова В.Л., Микулина И.Н. Энтомофаги адвентивных молей-минёров в зелёных насаждениях Харьковщины // Современное состояние и перспективы охраны и защиты лесов в системе устойчивого развития. Материалы международной научно-практической конф. Гомель, 9–11 октября 2013 г. Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2013. С. 92–96.
- Мищенко А.В. Энтомофауна листовых мин // Вестник ТГПУ. 2011. Вып. 5. С. 101–106.
- Мищенко А.В. Новые данные о паразитизме наездников-эвлофид (Hymenoptera: Eulophidae) на моли-пестрянке *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera: Gracillariidae) – вредителя липы в Среднем Поволжье (Россия) // Кавказский энтомологический бюллетень. 2014. Т. 10 (1). С. 131–136.
- Мищенко А.В., Ефремова З.А., Краюшкина А.В. Динамика популяции липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) и комплекс её паразитоидов (Hymenoptera, Eulophidae) в Среднем Поволжье // Природа Симбирского Поволжья. Вып. 8. Ульяновск: Изд-во «Корпорация технологий продвижения», 2007. С. 169–175.
- Мищенко А.В., Золотухин В.В. Минирующие моли-пестрянки рода *Phyllonorycter* Hbn., 1822 (Lepidoptera: Gracillariidae) фауны Ульяновской области // Природа Симбирского Поволжья: Сборник научных трудов. Вып. 4. Ульяновск: СНЦ, 2003. С. 47–52.
- Мозолевская Е.Г., Белова Н.К., Шарапа Т.В., Соколова Э.С., Беднова О.В., Белов Д.А., Галасьева Т.В., Лебедева Г.С., Липаткин В.А., Сураппаева В.М., Смирнова О.М., Стрепенюк А.В., Савельева А.В., Семёнова Е.И., Харлашина А.В., Фоломкина Т.Е. Итоги мониторинга состояния зелёного фонда Москвы в 1999 г. // Лесной вестник. 2000. № 6. С. 71–88.
- Орлинский А.Д., Шахраманов И.К., Муханов С.Ю., Масляков В.Ю. Потенциальные карантинные вредители леса // Защита растений. 1991. № 11. С. 37–42.
- Осипова А.С. Липовая моль-пестрянка (Lepidoptera, Gracillariidae) и её роль в комплексе филлофагов липовых насаждений Приокско-Террасного биосферного заповедника // Заповедники СССР – их настоящее и будущее. Ч. 2. Зоологические исследования. Тезисы докладов Всесоюзной конференции. Новгород, 1990. С. 107–109.
- Осипова А.С. Липовая моль-пестрянка – распространяющийся вредитель липы // Экология и защита леса. СПб.: СПбЛТА, 1992. С. 75–77.
- Осипова А.С. Комплекс беспозвоночных-филлофагов Приокско-Террасного биосферного заповедника и его использование в лесном мониторинге: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.09 / Осипова Анна Семёновна. М.: МГУЛ, 1995. 22 с.
- Поповичев Б.Г., Бондаренко Е.А. Особенности распределения мин липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii* Kumata) на кормовом растении // Вестник МАНЭБ. СПб., 2010. Т. 14. Вып. 4. С. 5–9.
- Сачков А.С., Антонова Е.М., Свиридов А.В. Чешуекрылые (Lepidoptera) // Флора и фауна заповедников. Вып. 61. Беспозвоночные Жигулёвского заповедника. М.: ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН, 1996. С. 48–128.
- Селиховкин А.В., Денисова Н.В., Тимофеева Ю.А. Динамика плотности популяций минирующих микрочешуекрылых в Санкт-Петербурге // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2012. Вып. 200. С. 148–159.
- Селиховкин А.В., Тимофеева Ю.А. Липовая моль-пестрянка *Phyllonorycter issikii* (Kumata) (Lepidoptera, Gracillariidae) в Санкт-Петербурге // Экологические и экономические последствия инвазий дендрофильных насекомых: Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Красноярск, 25–

- 27 сентября 2012 г. Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН, 2012. С. 175–178.
- Стручаев В.В. Скрытоживущие членистоногие филлофаги древесной растительности города Белгорода // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки. 2011. № 9. Вып. 15. С. 62–66.
- Стручаев В.В. Инвазионные членистоногие филлофаги деревьев Белгородской области // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки. 2013. № 3. Вып. 22. С. 50–54.
- Сусарев С.В. Новые виды микрочешуекрылых (Microlepidoptera) Мордовии // Труды Мордовского государственного заповедника имени П.Г. Сидовича. Саранск: Пушта, 2014. Вып. 12. С. 440–445.
- Тимофеева Ю.А. Особенности экологии липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Санкт-Петербурге // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2014. Вып. 207. С. 149–158.
- Толмачёв А.И. Введение в географию растений. Л.: ЛГУ, 1974. 244 с.
- Томов Р. Листоминирующие молчи като част от биоразнообразието на България // Лесовъдска мисъл. 2009. № 1. С. 233–241.
- Шмытова И.В. Новые данные по видовому составу молей-пестрянок (Lepidoptera, Gracillariidae) Калужской и Смоленской областей // Вопросы археологии, истории, культуры и природы Верхнего Поочья: Материалы XI Всероссийской научной конференции 5–7 апреля 2005 г. Калуга: ООО «Полиграф-Информ», 2005. С. 350–353.
- Щербакова Л.Н., Денисова Н.В., Тимофеева Ю.А. Оценка экологической плотности *Phyllonorycter issikii* Kumata (Lepidoptera) в парках Санкт-Петербурга // Материалы международной научной конференции «Фундаментальные проблемы энтомологии в XXI веке». Санкт-Петербург, 16–20 мая 2011 г. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2011. С. 179.
- Buszko J., Mazurkiewicz A. Rapid expansion of *Phyllonorycter issikii* (Mats.) (Lep. Gracillariidae) in Poland // The SEL XIth European Congress of Lepidopterology. Malle (Belgium) 22–26 March 1998. Programme and abstracts. List of participants. 1998. P. 37.
- Buszko J., Šefrova H., Laštůvka Z. Invasive species of Lithocolletinae in Europe and their spreading (Gracillariidae) // XIIth European Congress of Lepidopterology. Białowieża (Poland). 29 May – 2 June 2000. Programme and abstracts. List of participants. 2000. P. 22–23.
- Distribution maps (Электронный документ) // Euforgen. 2009 // (<http://www.euforgen.org/distribution-maps>). Проверено 20.02.2016.
- Doorenweerd C., van As B., Scheffers J. Explosieve verspreiding van de lindevouwmot: nu ook in Nederland? // Entomologische Berichten. 2014. 74 (3). P. 111–114.
- Edmunds R., Langmaid J. *Phyllonorycter issikii* Kumata, 1963 Miner matters – September 2005 // British Leaf-miners. By Rob Edmunds etc. England // (<http://www.leafmines.co.uk/html/newsletter23.htm>). Проверено 20.02.2016.
- Gokhman V.E., Yefremova Z.A., Yegorenkova E.N. Karyotypes of parasitic wasps of the family Eulophidae (Hymenoptera) attacking leaf-mining Lepidoptera (Gracillariidae, Gelechiidae) // Comparative Cytogenetics. 2014. Vol. 8(1). P. 31–41.
- Graf F., Leutsch H., Nuss M., Stübner A., Wauer S. Aktuelle Daten zur Kleinschmetterlingsfauna von Sachsen mit Hinweisen zu anderen Bundesländern (Lep.) III. // Entomologische Nachrichten und Berichte. 2002. Bd. 46. S. 99–104.
- Hirao T., Murakami M. Quantitative food webs of lepidopteran leafminers and their parasitoids in a Japanese deciduous forest // Ecological Research. 2008. Vol. 23 (1). P. 159–168.
- Huemer P. Biodiversität von Schmetterlingen (Lepidoptera) im Gebiet des Naturparks Schlern // Gredleriana. 2007. Vol. 7. P. 233–306.
- Huemer P., Erlebach S. Beitrag zur Kenntnis blattminierender Schmetterlinge (Lepidoptera) der Südoststeiermark, Österreich // Beiträge zur Entomofaunistik. 2003. Bd. 4. S. 107–113.
- Huemer P., Rabitsch W. Schmetterlinge (Lepidoptera) // Neobiota in Österreich. Wien; Umweltbundesamt, 2002. S. 354–362.
- Huisman K.J., Koster J.C., Muus T.S.T., van Nieukerken E.J. Microlepidoptera in Nederland, vooral in 2007–2010 met een terugblik op 30 jaar faunistisch onderzoek // Entomologische Berichten. 2013. 73 (3). P. 91–117.
- Jaworski T. Szrotówek lipowiaczek *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae) w Polsce // Leśne Prace Badawcze (Forest Research Papers). 2009. 70 (1). S. 89–91.
- Jurc M. Lipin moljac miner (*Phyllonorycter issikii*) u Sloveniji // Šumarski list. 2012. No 3–4. S. 119–127.
- Kamijo K. Descriptions of five new species of Eulophinae from Japan and other notes // Insecta Matsumurana. 1965. Vol. 28. No 1. P. 69–78.
- Kamijo K. Description of a new species of *Chrysocharis* Foerster from Japan, with notes on two species (Hymenoptera: Eulophidae) // Akitu (new series). 1977 a. Vol. 13. P. 1–6.
- Kamijo K. Five new species of Cotterellia (Hymenoptera, Eulophidae) from Japan // Kontyu. 1977 b. Vol. 45 (2). P. 253–261.
- Kamijo K., Ikeda E. A revision of *Citrostichus* and *Mischotetrastichus* (Hymenoptera: Eulophidae), with descriptions of a new genus and new species // Japanese Journal of Entomology. 1997. Vol. 65 (3). P. 562–582.
- Kirichenko N.I., Triberti P., Augustin S., Roques A., Lopez-Vaamonde C. From the east to the west: rapid range expansion of the lime leaf miner in Eurasia // International LE STUDIUM conference «Invasive insects in a changing world», 17–19 December 2014, Orleans, France. 2014. P. 19.
- Kozlov M.V., Koricheva Y.G. The within-tree distribution of caterpillar mines // Forest insect guilds: patterns of

- interaction with host trees. U.S. Dep. Agric. For. Ser. Gen. Tech. Rep. NE-153. 1991. P. 240–255.
- Kullberg J., Albrecht A., Kaila L., Varis V. Checklist of Finnish Lepidoptera – Suomen perhosten luettelo // Sahlbergia. 2002. Vol. 6 (2). P. 45–190.
- Kumata T. Taxonomic studies on the Lithocolletinae of Japan (Lepidoptera: Gracillariidae). Part I // Insecta matsumurana. 1963. Vol. 25 (2). P. 53–90.
- Kumata T., Kuroko H., Park K.T. Some Korean species of the subfamily Lithocolletinae (Gracillariidae, Lepidoptera) // Korean Journal of Plant Protection. 1983. Vol. 22 (3). P. 213–227.
- Lehmann M. Lindenminiermotte – ein neuer Schädling entdeckt Europa. Intensive Parasitierung verhindert starke Schadensentwicklungen // LWF aktuell. 2009. Bd. 73. S. 20–21.
- Lehmann M., Stübner A. Erste Erfahrungen mit der Lindenminiermotte *Phyllonorycter issikii* in Brandenburg // Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. 54. Deutsche Pflanzenschutztagung in Hamburg 20–23. September 2004. Berlin. 2004 a. Heft 396. S. 588.
- Lehmann M., Stübner A. Recent situation of invasion by *Phyllonorycter issikii* in Brandenburg // 1st International Cameraria Symposium. *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. Department of Natural Products, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR. Prague, March 24–27, 2004. 2004 b. P. 26.
- Liebholt A.M., Tobin P.C. Population ecology of insect invasions and their management // Annual Review of Entomology. 2008. Vol. 53. P. 387–408.
- Lopez-Vaamonde C., Agassiz D., Augustin S., De Prins J., De Prins W., Gomboc S., Ivinskis P., Karsholt O., Koutroumpas A., Kouttoupas F., Laštůvka Z., Marabuto E., Olivella E., Przybyłowicz L., Roques A., Ryrholm N., Šefrová H., Šima P., Sims P., Sinev S., Skulev B., Tomov R., Zilli A., Lees D. Chapter 11. Lepidoptera // Alien terrestrial arthropods of Europe / Eds. A. Roques et al. BioRisk. 2010. Vol. 4 (2). P. 603–668.
- Matošević D. Prvi nalaz vrste *Phyllonorycter issikii* i rasprostranjenost invazivnih vrsta lisnih minera iz porodice Gracillariidae u Hrvatskoj // Šumarski institut, Jastrebarsko. 2007 a. 42 (2). P. 127–142.
- Matošević D. Lisni mineri drvenastog bilja u hrvatskoj i njihovi parazitoidi Disertacija. Zagreb, 2007 b. 195 s.
- Meier F., Engesser R., Forster B., Odermatt O., Angst A. Forstschutz-Überblick 2009 – Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf. 2010. 24 s.
- Meshkova V., Mikulina I., Shatrovskaja V. Host specificity of some gracillariid leafminers // Recent Developments in Research and Application of Viruses in Forest Health Protection. China Forestry Publishing House. 2013. P. 13–27.
- Mey W. Über die Bedeutung autochthoner Parasitoidenkomplexe bei der rezenten Arealexpanion von vier *Phyllonorycter*-Arten im Europa (Insecta, Lepidoptera, Hymenoptera) // Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin. 1991. Bd. 67 (1). S. 177–194.
- Noreika R. *Phyllonorycter issikii* (Kumata) (Lepidoptera, Gracillariidae) in Lithuania // Acta Zoologica Lituonica. Entomologia. 1998. Vol. 8 (3). P. 34–37.
- Pečiulytė D., Kačergius A. *Lecanicillium aphanocladii* – a new species to the mycoflora of Lithuania and new pathogen of tree leaves mining insects // Botanica Lithuanica. 2012. Vol. 18 (2). P. 133–146.
- Perny B. Lindenminiermotte *Phyllonorycter issikii*: Vorkommen in Österreich nach mehreren Verdachtsfällen nun bestätigt // Fortschritt Aktuell. 2007. Bd. 38. S. 9–11.
- Pigott C.D. *Tilia cordata* Miller (*T. europaea* L. pro parte, *T. parvifolia* Ehrh. ex Hoffm., *T. sylvestris* Desf., *T. foemina folio minore* Bauhin) // Journal of Ecology. 1991. Vol. 79. P. 1147–1207.
- Reinhardt R., Rennwald E. *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) jetzt auch in Sachsen-Anhalt – mit einem Überblick über den gegenwärtigen Stand der Arealerweiterung in Deutschland (Lepidoptera: Gracillariidae) // Entomologische Nachrichten und Berichte. 2007. Bd. 51 (3–4). S. 233.
- Rodeland J. Erstnachweis von *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera: Gracillariidae) für Rheinland-Pfalz // Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv. 2007. Bd. 45. S. 279–281.
- Roques A., Lees D. Factsheets for 80 representative alien species. Chapter 14 // Arthropod invasions in Europe. BioRisk. 2010. Vol. 4 (2). P. 855–1021.
- Šefrová H. *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) – bionomics, ecological impact and spread in Europe (Lepidoptera, Gracillariidae) // Acta Universitatis Agriculturae et Silviculture Mendelianae Brunensis. 2002. 50 (3). P. 99–104.
- Šefrová H. Invasions of Lithocolletinae species in Europe – causes, limits and ecological impact (Lepidoptera, Gracillariidae) // Ekolygia (Bratislava). 2003. Vol. 22 (2). P. 132–142.
- Soika G., Łabanowski G. Organizmy inwazyjne wykrywane w polskich szkółkach. Instrukcja rozpoznawania roztoczy iowadów inwazyjnych na podstawie wyglądu i cech diagnostycznych. Skierniewice: Instytut Ogrodnictwa. 2014. 74 S.
- Stolnicu A.-M., Ureche C. Data regarding the presence of the *Phyllonorycter issikii* (Kumata) (Lepidoptera: Gracillariidae) in Romanian fauna // Analele Științifice ale Universității “Al. I. Cuza” Iași, s. Biologia animal. 2007. T. 53. P. 103–108.
- Szöcs L., Melika G., Thuróczy Cs., Csóka Gy. Adatok az invázió hárslevél sátorosmoly (*Phyllonorycter issikii* Kumata, 1963) magyarországi parasitoid együttesének ismeretéhez // Növényvédelem. 2014. 50 (10). O. 445–451.
- Timuş A.M. The invasive entomofauna of the Holometabola group, superorder Mecopteroidea for Republic of Moldova // Current Trends in Natural Sciences. 2015. Vol. 4 (7). P. 50–58.

- Tobin P.C., Liebhold A.M., Roberts E.A., Blackburn L.M. Chapter: 9. Estimating spread rates of non-native species: the gypsy moth as a case study // Pest risk modeling and mapping for invasive alien species / Ed. R.C. Venette. 2015. P. 131–144.
- Tomov R. A review of mortality factors of three invasive leafminer moths (Lepidoptera) in Bulgaria // VI Congress of plant protection (Book 2). Zlatibor, November, 23–27, 2009. P. 83–85.
- Ureche C. Invasive leaf miner insects in Romania // 7th Workshop on Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe. IUFRO Working Party 7.03.10. Proceedings of the Workshop 2006. Gmunden, Austria. 11–14 September 2006. P. 259–262.
- Vitousek P.M., D'Antonio C.M., Loope L.L., Westbrooks R. Biological invasions as global environment change // *American Scientist*. 1996. Vol. 84. P. 468–478.
- Vitousek P.M., D'Antonio C.M., Loope L.L., Rejmanek M., Westbrooks R. Introduced species: a significant component of human-caused global change // *New Zealand Journal of Ecology*. 1997. Vol. 21. P. 1–16.
- Wullaert S. *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera: Gracillariidae), new to the Belgian fauna // *Phegea*. 2012. Vol. 40 (3). P. 63–65.
- Yefremova Z., Mishchenko A. The preimaginal stages of *Minotetrastichus frontalis* (Nees) and *Chrysocharis laomedon* (Walker) (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoids associated with *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera: Gracillariidae) // *Journal of Natural History*. 2012. Vol. 46. P. 1283–1305.
- Zúbrik M., Kunca A., Vakula J., Leontovyč R., Gubka A. Invading insects and pathogens in Slovakia forests with focusing on *Dreyfusia nordmanniana* as a regular pest in mountain areas // *Alien invasive species and international Trade*. Warsaw, 2007. P. 94–100.

HISTORY, RATE AND FACTORS OF INVASION OF LIME LEAFMINER *PHYLLONORYCTER ISSIKII* (KUMATA, 1963) (LEPIDOPTERA, GRACILLARIIDAE) IN EURASIA

© 2016 Ermolaev I.V.^{1,2}, Rubleva E.A.¹

¹ Udmurt State University,

² Tobolsk complex research station of Ural branch of RAS

e-mail: ermolaev-i@udm.net

This study looks into the history, rate and factors of the invasion of lime leafminer *Phyllonorycter issikii* Kumata, 1963 (Lepidoptera, Gracillariidae) in Eurasia. For 27 years (since 1985 to 2011), the range of leafminer in Europe and Western Siberia had reached 4 086 000 km² or 60.4% of the total range of aboriginal species of the *Tilia* genus. This study finds that the leafminer undergoes three stages of invasion (appearance, establishment and spread) over a period of three years. The maximum rate of invasion (from 80 to 85 km. per year) was observed mainly to the west and east of the recipient range. The study demonstrates that the rate of invasion slows down on the boundary of a host-plant range. The high rate of invasion of the lime leafminer *Ph. issikii* is associated with the following conditions: wide spreading of plantations of host plants, absence of the regulating influence from representatives of the third trophic level and direct competitors of the leafminer. Besides, high reproductive potential of the leafminer, specific nature of expansion (anemochory) and possibility of transformation of the ratio of intra-population forms under influence of population density also favor this process.

Key words: lime leafminer, *Phyllonorycter issikii*, lime, *Tilia*, history, rate of invasion.