

Биологическая инвазия липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* Kumata (Lepidoptera, Gracillariidae) в Европе

И. В. ЕРМОЛАЕВ

Национальный парк “Нечкинский”
427413, Удмуртская Республика, пос. Новый
E-mail: ermolaev-i@udm.net

Статья поступила 16.10.2013

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены история инвазии липовой моли-пестрянки в Европе и европейской части РФ, кормовые растения, особенности цикла развития, энтомофаги минера. Показаны биоценотические механизмы и экологические последствия инвазии.

Ключевые слова: *Phyllonorycter issikii*, *Tilia*, липовая моль-пестрянка, инвазия.

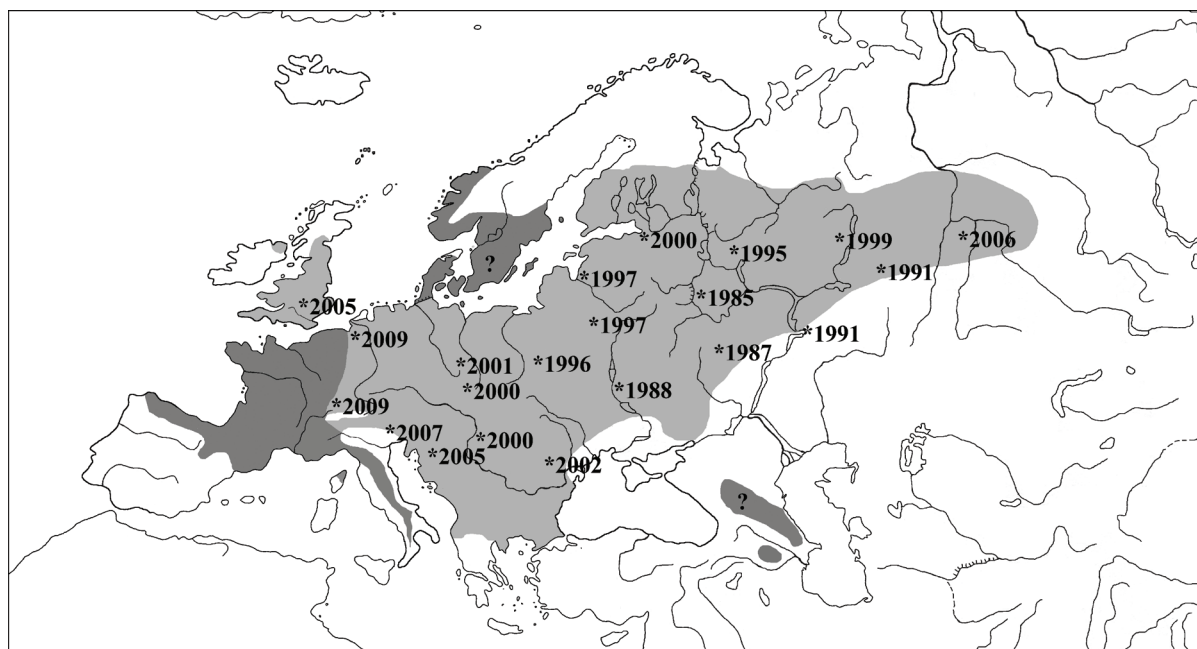
Липовая моль-пестрянка *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) описана в 1963 г. с островов Хоккайдо, Хонсю и Кюсю [Kumata, 1963], а в 1983 г. обнаружена в Корее [Kumata et al., 1983]. На Дальнем Востоке вид отмечен в 1974 г. в Южном Приморье (заповедник “Кедровая падь”) [Ермолаев, 1977] и 2006 г. в Хабаровском крае (“Большехехцирский заповедник”) [Барышникова, Дубатолов, 2007].

Точная дата завоза липовой моли-пестрянки *Ph. issikii* в европейскую часть РФ неизвестна. Вероятно, это произошло в период с 1980 по 1984 г. Известно, что к моменту выхода фундаментальной сводки европейских видов семейства Gracillariidae [Кузнецов, 1981] вид не был отмечен в Европе. Согласно первому письменному свидетельству [Беднова, Белов, 1999], липовая моль-пестрянка впервые обнаружена в 1985 г. в зеленых насаждениях г. Москвы. Дальнейшая инвазия

минера пошла как на запад, так и на восток по ареалу рода *Tilia* (см. рисунок).

Экспертами обсуждаются два возможных сценария завоза *Ph. issikii* в европейскую часть РФ. Первый связан с интродукцией растений [Барышникова, Большаков, 2004]. Из трех видов лип Дальнего Востока [Коропачинский, Встовская, 2002] в европейской части страны успешно акклиматизированы два – липа амурская (*T. amurensis* Rupr.) и маньчжурская (*T. mandshurica* Rupr.). Культуры этих деревьев созданы в Москве, Санкт-Петербурге, Киеве, а также в Воронежской, Липецкой и Ульяновской областях [Васильев, 1958]. Согласно второму сценарию, минер завезли с транзитным грузом, возможно, по железной дороге [Козлова, 2006; Гниненко, Козлова, 2007] или авиатранспортом [Золотухин, 2002; Roques, Lees, 2010].

Динамика заселения липовой молью-пестрянкой стран Европы показана в табл. 1. За



Инвазия липовой моли-пестрянки *Ph. issikii* в Европе (по данным на 2009 г.). Темным цветом показан ареал видов рода *Tilia*, светлым – территория, освоенная минером

Т а б л и ц а 1
Динамика заселения липовой молью-пестрянкой
Ph. issikii стран Европы

Год	Страна	Автор
1985	Россия	Беднова, Белов, 1999
1988	Украина	Buszko, Mazurkiewicz, 1998
1996	Польша	Šefrová, 2002
1997	Литва	Noreika, 1998
1998	Латвия	Noreika, 1998
	Белоруссия	Šefrová, 2002
2000	Чехия	Šefrová, 2002
	Словакия	Šefrová, 2002
	Австрия	Šefrová, 2002
	Венгрия	Šefrová, 2002
2001	Германия	Lehmann, Stubner, 2004a; b
2002	Финляндия	Kullberg et al., 2002
	Румыния	Stolnicu, Ureche, 2007
2004	Молдавия	Антюхова, 2010
2005	Великобритания	Roques, Lees, 2010
	Хорватия	Matošević, 2007
2006	Словения	Jurc, 2012
2007	Италия	Huemer, 2007
2009	Швейцария	Meier et al., 2010
	Голландия	Gielis et al., 2009
	Бельгия	Gielis et al., 2009

24 года инвазии минер обнаружен (в соответствии с ареалом рода *Tilia*) во всех странах, за исключением Испании, Франции, Дании, Норвегии и Швеции.

В настоящее время *Ph. issikii* распространена практически по всей европейской части РФ и осваивает Западную Сибирь. Динамика заселения инвайдером регионов страны показана в табл. 2. Вид пока не обнаружен в регионах Северного Кавказа [Гниненко, Козлова, 2006] и ряде городов Сибири (Красноярск, Иркутск, Улан-Уде) [Гниненко, 2011].

Липовая моль-пестрянка *Ph. issikii* развивается на представителях рода *Tilia* порядка Мальвовых (Malvales). На японских островах минер успешно проходит развитие на трех видах липы (*T. japonica* Simonkai, *T. maximowicziana* Shirasawa, *T. kiusiana* Makino et Shirasawa) и одной березе (*Betula platyphylla* Sukacz. = *B. pendula* Roth.) [Kumata, 1963]. Питание березой, вероятно, указано ошибочно. В более поздней работе [Kumata et al., 1983] береза как кормовой объект *Ph. issikii* уже не приводится. Питание минера березой в Европе также не отмечено. На Дальнем Востоке моль повреждает липу амурскую (*T. amurensis* Rupr.) и маньчжурскую (*T. mandshurica* Rupr.) [Ермолаев, 1977; Noreika, 1998].

Динамика заселения липовой молью-пестрянкой *Ph. issikii* регионов РФ

Год	Регион	Авторы
1985	Московская область	Беднова, Белов, 1999
1987	Воронежская область	Козлов, 1991
1991	Самарская область	Козлов, 1991
	Республика Башкортостан	Козлов, 1991
1992	Ленинградская область	Осипова, 1992
	Рязанская область	Осипова, 1992
1993	Ульяновская область	Мищенко, Золотухин, 2003
1995	Ярославская область	Клепиков, 2005
1999	Удмуртская Республика	Ермолаев, Мотошкова, 2008
2002	Республика Марий Эл	Козлова, 2006
	Нижегородская область	Ануфриев, Баянов, 2002
2003	Калининградская область	Гниненко, Козлова, 2008
2004	Тверская область	Гниненко, Козлова, 2008
	Тульская область	Барышникова, Большаков, 2004
	Калужская область	Шмыгова, 2005
2005	Смоленская область	Шмыгова, 2005
2006	Курганская область	Гниненко, Козлова, 2006
	Тюменская область	Гниненко, Козлова, 2006
2008	Чувашская Республика	Ластухин, 2010
	Новосибирская область	Кириченко и др., 2009
2010	Кемеровская область	Кириченко, 2013
2012	Алтайский край	Кириченко, 2013

Последний вид отмечен как кормовое растение минера в Корею [Kumata et al., 1983].

В Европе (табл. 3) развитие моли происходит главным образом на липе сердцевидной (*T. cordata* Mill.), широколистной (*T. platyphyllos* Scop.) и войлочной (*T. tomentosa* Moench.). Липа американская *T. americana* L. также является кормовым объектом минера [Kollár, 2007; Perny, 2007; Кириченко, 2013].

Липовая моль-пестрянка отдает предпочтение видам рода *Tilia* с неопушенными листьями. Так, в Санкт-Петербурге *Ph. issikii* встречается на голых листьях *T. cordata* гораздо чаще, чем на опушенных *T. platyphyllos* [Селиховкин, Тимофеева, 2012].

Липовая моль-пестрянка *Ph. issikii* в течение сезона дает две генерации. Эта особенность отмечена на территориях Японии [Kumata, 1963], Приморского края [Ермолаев, 1977], а также в Европе: Чехии, Словакии, Австрии [Šefrová, 2002], Словении [Jurc, 2012], Хорватии [Matošević, 2007], Румынии [Ureche, 2006; Stolnicu, Ureche, 2007], Молдавии [Антухова, 2010], Польше [Jaworski, 2009] и Украине [Meshkova et al., 2013]. На террито-

рии РФ два поколения минера отмечали в Ленинградской [Селиховкин, Тимофеева, 2012; Селиховкин и др., 2012], Московской [Осипова, 1990; 1992; 1995; Беднова, Белов, 1999], Воронежской [Козлов, 1991], Самарской [Сачков и др., 1996], Новосибирской [Кириченко, 2013] областях. Однако на северной границе своего распространения (Ярославской области [Клепиков, 2005], Республике Удмуртия [Ермолаев, Мотошкова, 2008]) второе поколение минера часто не успевает завершить свое развитие. В некоторых работах [Беднова, Белов, 1999; Белов, 2011; Золотухин, 2002; Ефремова, Мищенко, 2008; Осипова, 1995; Meshkova et al., 2013] указывается возможность в отдельные сезоны с теплой осенью формирования третьего поколения *Ph. issikii*.

В зависимости от погодных условий продолжительность развития первого поколения минера в Чехии составляет от 5 до 7, второго – от 8 до 11 недель [Šefrová, 2002]. Специальные исследования в Подмоскovie [Осипова, 1992] показали, что для развития первого поколения липовой моли-пестрянки в 1988 г. требовалась сумма эффективных тем-

Кормовые растения липовой моли-пестрянки *Ph. issikii* в Европе

Страна	Вид растения	Авторы
Россия	<i>T. cordata</i>	Козлов, 1991
	<i>T. platyphyllos</i>	Гниненко, 2011
	<i>T. americana</i>	Селиховкин, Тимофеева, 2012 Кириченко, 2013
Литва	<i>T. cordata</i>	Noreika, 1998
Польша	<i>T. cordata</i>	Buszko, Mazurkiewicz, 1998
	<i>T. platyphyllos</i>	Jaworski, 2009
	<i>T. tomentosa</i>	
Украина	<i>T. × euchlora</i> K. Koch.	
	<i>T. cordata</i>	Buszko, Mazurkiewicz, 1998
	<i>T. platyphyllos</i>	Meshkova et al., 2013
	<i>T. mongolica</i> Maxim.	Гниненко, 2011
	<i>T. americana</i>	
	<i>T. × europaea</i> L.	
Молдавия	<i>T. tomentosa</i>	
	<i>T. taquetii</i> C. K. Schneid.	
Венгрия	<i>T. platyphyllos</i>	Антюхова, 2010
	<i>T. cordata</i>	Szabóky, Csóka, 2003
	<i>T. platyphyllos</i>	
Румыния	<i>T. tomentosa</i>	
	<i>T. cordata</i>	Kovács et al., 2006
	<i>T. platyphyllos</i>	Ureche, 2006
Словакия	<i>T. tomentosa</i>	Stolnicu, Ureche, 2007
	<i>T. cordata</i>	Kollár, 2007
	<i>T. platyphyllos</i>	
Чехия	<i>T. americana</i>	
	<i>T. cordata</i>	Šefrová, 2002
Австрия	<i>T. platyphyllos</i>	
	<i>T. cordata</i>	Perny, 2007
	<i>T. platyphyllos</i>	
Германия	<i>T. americana</i>	
	<i>T. tomentosa</i>	
	<i>T. cordata</i>	Lehmann, Stübner, 2004a; b
	<i>T. platyphyllos</i>	

ператур, равная 621,6 °С, в 1989 и 1990 гг. – 626,7 и 632,1 °С соответственно. Для развития второго поколения минера в 1988 г. потребовалось 621,1 °С, в 1989 и 1990 гг. – 629,5 и 631,3 °С соответственно.

Сроки лета первого и второго поколения *Ph. issikii* в разных частях ареала вида показаны в табл. 4. В Удмуртии бабочки первой генерации появляются в июле (табл. 5). Например, в 2001, 2004 и 2005 гг. первых бабочек наблюдали в начале июля, а в 2002, 2003 и 2006 гг. – после первой декады. Второе поколение моли развивается в августе–сентябре и часто не успевает завершить развитие.

Проявление экстремальных абиотических факторов может существенно сдвигать сроки развития *Ph. issikii*. Так, в 1990 г. в Московской области в связи с весенним похолоданием сроки развития минера сместились на месяц [Осипова, 1992; 1995]. В результате вылет второго поколения начался лишь во второй декаде сентября.

В Подмоскowie перезимовавшие бабочки появляются на стволах липы в конце апреля – начале мая (время набухания почек у липы) [Осипова, 1990; 1992; 1995; Беднова, Белов, 1999], в Удмуртии – в середине мая (при среднесуточной температуре воздуха

Сроки лета первого и второго поколения *Ph. issikii* в разных частях ареала

Регион	Первое поколение	Второе поколение	Источник
Япония	Конец июня – июль	Конец августа – сентябрь	Kumata, 1963
Чехия	Июнь	Вторая декада августа – сентябрь	Šefrová, 2002
Украина	Середина июня	Август	Meshkova et al., 2013
Ленинградская область	Июль	Сентябрь	Селиховкин, Тимофеева, 2012
Московская область	Третья декада июня – июль	Середина августа – сентябрь	Осипова, 1992; Беднова, Белов, 1999
Воронежская область	Конец июня – вторая декада июля	Середина августа – первая декада сентября	Козлов, 1991

Календарь развития липовой моли-пестрянки *Ph. issikii* в г. Ижевске в 2001 г.

Месяц	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Декада																
Яйцо				+	+	+				+	+	+				
Гусеница					+	+	+					+	+	+		
Куколка							+	+	+				+	+	+	
Имаго	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

около 10 °С). Предпочитают неосвещенную сторону дерева [Беднова, Белов, 1999]. Через некоторое время происходит спаривание. Бабочки активно летают в сумерки, привлекаются на свет, днем сидят на стволах деревьев [Клепиков, 2005]. Потенциальная плодовитость самок первого поколения составляет $28,3 \pm 1,0$ яиц (максимум – 52 яйца, минимум – 10), а самок второго поколения, вылетевших с зимовки – $17,0 \pm 0,7$ яиц (максимум – 36 яиц, минимум – 7 яиц) [Осипова, 1990]. Согласно другим данным [Беднова, Белов, 1999], средняя плодовитость самок составляет 18 яиц, но может колебаться от 8 до 38 яиц.

Самки *Ph. issikii* откладывают яйца по одному на нижнюю поверхность листа. При высокой плотности встречаются случаи яйцекладки на верхний эпидермис. Эмбриональное развитие минера в Чехии длится 4–8 дней [Šefrová, 2002], в Удмуртии продолжается до двух недель.

Гусеницы первого возраста вгрызаются в мезофилл листа и образуют змеевидную часть мины. В дальнейшем происходит формирова-

ние пятновидной части, которая постепенно разрастается и поглощает змеевидную. В результате образуются овальные нижнесторонние складчатые мины. Экскременты гусеницы в них собраны в комок. При высоких плотностях можно встретить верхнестороннюю мину *Ph. issikii*.

Окукливание происходит в мине. В лабораторных условиях при температуре воздуха 25 °С продолжительность стадии куколки составляет 6 дней, при 20 °С – 8 дней [Šefrová, 2002]. В естественных условиях стадия куколки длится 10–15 дней.

В конце сентября бабочки проникают в трещины коры ствола липы, где и зимуют. Часто зимовка происходит под корой сухих деревьев [Осипова, 1990]. В городах бабочки отмечены на чердаках [Осипова, 1992], в нежилых помещениях [Беднова, Белов, 1999], в поленницах дров [Осипова, 1992, 1995].

Особенности биотопического распределения минера изучены слабо. В Южном Приморье *Ph. issikii* обнаружен в долинных широколиственных лесах и дубравах с участием липы [Ермолаев, 1977]. В Тульской облас-

ти минер отмечен как эвритопный вид [Барышникова, Большаков, 2004]. В Подмосковье показано предпочтение молью высокополнотных [Осипова, 1992], а также припойменных насаждений [Осипова, 1995]. В Румынии моль встречается в древостоях до 700 м над ур. м. [Kovács et al., 2006]. Наше исследование показало наличие липовой моли-пестрянки в липовом подлеске насаждений разного состава [Ермолаев, Зорин, 2011б]. Максимальные плотности отмечены в сомкнутых липняках и ельниках. Поэтому можно предположить предпочтение молью этого вида затененных участков древостоя. Распределение средней плотности мин липовой моли-пестрянки положительно и достоверно связано с полнотой насаждения. Это обстоятельство следует учитывать при организации мониторинга за популяциями минера.

Внутри кроны липы количество мин липовой моли-пестрянки тесно связано с повышением степени затенения листьев дерева-хозяина [Ермолаев, Зорин, 2011б]. При этом количество мин увеличивается по вертикали – от вершины дерева к комлю, по горизонтали – от вершины к основанию ветвей.

Липовая моль-пестрянка обладает значительной скоростью инвазии – 110 км в год [Šefrová, 2003]. На наш взгляд, столь высокий показатель является результатом уникального сочетания ряда причин.

Во-первых, успешному формированию самостоятельных популяций инвайдера на новой территории способствует широкое распространение кормовых растений в Европе. Достаточно сказать, что только ареал липы мелколистной (*T. cordata*) охватывает площадь 118 млн. км² [Иванов, 1975].

Во-вторых, на новых территориях практически отсутствуют эволюционно сложившиеся факторы регуляции численности минера. Пятилетнее изучение популяций *Ph. issikii* в Удмуртии [Ермолаев и др., 2011] показало, что выживаемость куколок первой генерации моли составила от 53,2 до 81,7 % вне зависимости от структуры пробной площади. Смертность от паразитоидов колебалась от 0,9 до 12,5 % и достоверно росла с плотностью заселением липы только в двух случаях из 15.

Комплекс хищников липовой моли-пестрянки *Ph. issikii* практически не изучен. Вероятно, один из наиболее обычных видов –

евросибирский клоп *Anthocoris nemorum* L. (Anthocoridae). Питание клопа минером отмечено в Подмосковье [Осипова, 1992] и Ульяновской области [Мищенко, 2011]. Клоп нападает на гусениц и куколок моли, прокалывая эпидермис листа над миной хоботком. Кроме того, личинок этого клопа можно обнаружить внутри поврежденной мины [Мищенко, 2011]. Также, в качестве хищника был отмечен стафилин *Anthophagus caraboides* L. (Coleoptera, Staphylinidae) [Осипова, 1992].

Комплекс паразитоидов липовой моли-пестрянки *Ph. issikii* изучен слабо и сложен исключительно представителями отряда Hymenoptera. Анализ паразитов *Ph. issikii* на родине минера – в Японии – позволил выявить два вида эвлофид – *Sympiesis sericeicornis* (Nees, 1834) и *S. laevifrons* (Kamijo, 1965) (Eulophidae) [Kamijo, 1965]. В Европе [Mey, 1991] известно о шести видах паразитоидов: *Chrysocharis laomedon* (Walker, 1839), *Cirrospilus pictus* (Nees, 1834), *C. elegantissimus* (Westwood, 1832), *Minotetrastichus frontalis* (Nees, 1834), *S. gordius* (Walker, 1839) и *S. sericeicornis* (Eulophidae). В работе [Roques, Lees, 2010] указано также шесть видов паразитоидов: *Ch. laomedon*, *S. sericeicornis*, *S. laevifrons*, а также *Mischotetrastichus petiolatus* (Erdős, 1954), *Pediobius saulius* (Walker, 1839), *Pleurotroppopsis japonica* (Kamijo, 1977) (Eulophidae). Многолетнее исследование комплекса на Харьковщине [Мешкова, Микулина, 2013] позволило выявить девять видов паразитоидов: *M. frontalis*, *Pnigalio mediterraneus* (Ferriere & Delucchi, 1957), *P. soemius* (Walker, 1839), *Pnigalio* sp., *S. sericeicornis*, *S. gordius*, *Elachertus* sp., *Achrysocharoides* sp., *Pediobios saulius* (Walker, 1839) (Eulophidae).

Исследования комплекса паразитоидов *Ph. issikii* на территории России малочисленны. В результате исследования факторов регуляции липовой моли-пестрянки на территории Приокско-Террасного заповедника [Осипова, 1992] выведены следующие паразитоиды: Braconidae (из двух родов), Eulophidae (из родов *Chrysocharis*, *Pnigalio*, *Sympiesis*, *Tetrastichus*). Анализ комплекса паразитоидов моли с территории Среднего Поволжья [Ефремова, Мищенко, 2008] позволил выявить 13 видов, из которых 11 были представителями эвлофид: *Aprostocetus* sp., *Cirrospilus lynceus* (Walker, 1838), *C. diallus* (Walker, 1838),

C. viticola (Rondani, 1877), *Chrysocharis laomedon* (Walker, 1839), *Hyssopus geniculatus* (Hartig, 1838), *Entedon* sp., *Minotetrastichus frontalis* (Nees, 1834), *Pnigalio soemius* (Walker, 1839), *S. gordius* и *S. sericeicornis* (Eulophidae). Кроме того, был обнаружен *Apanteles* sp. (Braconidae) и представитель семейства Pteromalidae. Также, на территории Среднего Поволжья выявлен еще один паразитоид *Ph. issikii* – *Mischotetrastichus petiolatus* (Erdős, 1954) (Eulophidae) [Егоренкова, 2008]. Анализ паразитоидов минера в Новосибирской области показал наличие представителей родов *Pnigalio* и *Chrysocharis* (Eulophidae) [Кириченко, 2013].

Наше исследование [Ермолаев и др., 2011] позволило выявить 23 вида паразитоидов, из них 22 – представители эвлофид из трех подсемейств (Eulophinae, Entedoninae, Tetrastichinae) и один из семейства Braconidae. Двенадцать видов указаны в качестве паразитов *Ph. issikii* впервые: *Cirrospilus vittatus* (Walker, 1838), *Elachertus fenestratus* (Nees, 1834), *Dicladocerus westwoodi* (Westwood, 1832), *Hyssopus nigrifulus* (Zetterstedt, 1838), *Pnigalio nemati* (Westwood, 1838), *Sympiesis dolichogaster* (Ashmead, 1888), *Chrysocharis nephereus* (Walker, 1839), *Ch. pubicornis* (Zetterstedt, 1838), *Ch. phryne* (Walker, 1878), *Neochrysocharis formosus* (Westwood, 1833), *N. cuprifrons* (Erdős, 1954) и *Oomyzus incertus* (Ratzeburg, 1844) (Eulophidae).

Низкая смертность минера позволяет быстро увеличивать плотность заселения растений в новых местообитаниях. Так, с момента обнаружения первых мин *Ph. issikii* в насаждениях г. Москвы в 1985 г. [Беднова, Белов, 1999] до момента образования первых очагов в несколько тыс. га в 1987 г. минеру потребовалось всего три года или шесть поколений [Белов, 2000]. При этом динамика роста плотности минера в насаждении носит стремительный характер. Экстремальное проявление абиотических факторов 2010 г. в виде жаркой и сухой погоды привело к исчезновению липовой моли-пестряки 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” составила

$1,6 \pm 0,4$ мин на 100 листьев ($n = 150$), то в 2013 г. этот показатель составил $213,0 \pm 12,3$ мин на 100 листьев ($n = 140$). Таким образом, уже к третьему году экспансии липовой моли-пестряки в липняке плотности минера могут достигать порога вредности [Танский, 1988]. При этом с повышением плотности *Ph. issikii* становится абсолютным доминантом среди всех филлофагов липы [Ермолаев, Сидорова, 2011].

В-третьих, высокая скорость инвазии *Ph. issikii* может быть связана со спецификой расселения вида. Общеизвестно, расселение микрочешуекрылых обусловлено влиянием ветра. Значение ветра в расселении *Ph. issikii* отмечено в ряде работ [Buszko, Mazurkiewicz, 1998; Šefrová, 2003]. Активный полет многих видов молей-пестрянок не превышает нескольких десятков метров. Например, экспериментальная оценка дальности разлета *Ph. populifoliella* [Ермолаев, Трубицын, 2009] показала, что 64,6 % бабочек не отлетали от точечного источника далее 5 м, 18,4 %, 8,8 и 6,1 % – далее 15, 25 и 50 м соответственно. На расстоянии 75 м собрано 2,1 % бабочек. Пространственное положение клеевых ловушек по сторонам горизонта позволило установить, что в расселении бабочек моли особое значение имеет направление ветра. Количество собранных бабочек с северной (35,4 %) и восточной (27,2 %) сторон горизонта превысило результаты южной (21,1 %) и западной (16,3 %). Эта картина согласуется с направлением доминирующих ветров, стоявших над ловушками в период исследования. Уникальность случая с липовой молью-пестрянкой заключается в том, что изменение плотности заселения минером дерева-хозяина оказывает влияние на соотношение внутривидовых форм [Ермолаев, Ижболдина, 2012]. При этом с повышением плотности заселения дерева-хозяина увеличивается количество “темных” форм бабочек. В отличие от “светлых” форм “темные” имеют большую плодовитость и большую длину крыла. Увеличение размеров крыла может обеспечить большую парусность крыльев и влиять на дальность расселения вида.

Вероятно, липовая моль-пестрянка *Ph. issikii* образует хронические очаги только в Европе. В одной только европейской части РФ на 2008 г. существовало не менее 2 млн га

очагов минера [Гниненко, Козлова, 2008]. Анализ хозяйственного значения молей-пестрянок Южного Приморья позволил выявить 17 видов массовых вредителей садовых, декоративных и лесных культур [Ермолаев, 1982]. Однако липовая моль-пестрянка среди них даже не упоминается.

В европейской части России дефолиацию деревьев в очагах липовой моли-пестрянки можно охарактеризовать как ежегодную и частичную. При высокой плотности заселения молью происходит деформация листа липы. Площадь повреждения одной особью моли (при плотности 1–3 мины на лист) составляет $1,25 \pm 0,01 \text{ см}^2$ [Ермолаев, Мотошкова, 2008]. Повышение плотности заселения липы минером приводит к увеличению площади производимой им мины. Количество мин на листе положительно и достоверно связано с его площадью. Высокие плотности заселения минером могут вызывать преждевременное опадание листьев липы [Беднова, Белов, 1999]. Основное повреждение листьев гусеницами моли происходит в июне и совпадает с периодом ростовых процессов дерева-хозяина.

Очаги *Ph. issikii* оказывают негативное влияние на продуктивность и репродуктивные характеристики липовых лесов [Ермолаев, Зорин, 2011a]. С увеличением плотности заселения минера сокращаются как приросты дерева, так и количество цветов, соцветий и даже сахара в цветах. Последнее обстоятельство создает прямую угрозу продуктивности регионального пчеловодства.

Результаты исследования позволили выявить пороги вредоносности минера (табл. 6). Под порогом вредоносности понимают начальную плотность фитофага, оказывающую до-

стоверное влияние на характеристики растения [Танский, 1988]. Из таблицы видно, что плотность заселения липы молью-пестрянкой более 1 мины на лист приводит к достоверному снижению репродуктивных характеристик дерева-хозяина. Плотности более 2 мин на лист уменьшают прирост древесины по диаметру.

Общеизвестно, что липа является важнейшим медоносом. Чистые липовые насаждения *T. cordata* способны давать до 802 кг меда с 1 га [Васильев, 1958]. По данным государственного учета лесного фонда на 01.01.2008 [Лесной план..., 2008] липняки Удмуртии занимают 79,8 тыс. га, что составляет 4 % лесопокрытой площади и 6 % по общему запасу древесины. За период 1999–2003 гг. средняя нектаропродуктивность липняков региона составила 24,8 тыс. т [Поздеев, 2004], что потенциально соответствует чуть более 19,8 тыс. т меда. Исходя из цены продукта в 300 руб. за 1 кг, цена вопроса составляет 5,94 млрд руб. На примере года с обильным цветением липы (2008 г.) показано, что разница по количеству цветков на 1 м ветви между деревьями с плотностями менее 1 и более 3 мин на лист составляет 2,3 раза. Другими словами, потенциальные экономические потери при реализации плотности более 3 мин на лист только для Удмуртии могут составить до 3,36 млрд руб. Результаты исследования позволяют отнести липовую моль-пестрянку к группе экономически значимых филофагов липы и свидетельствуют о необходимости разработки системы мониторинга за состоянием ее популяций.

Инвазия липовой моли-пестрянки *Ph. issikii* в Европе может завершиться уже в ближайшие десять лет полным охватом минером ареала рода *Tilia*. Следует учитывать,

Т а б л и ц а 6

Пороги вредоносности (мин на лист) *Ph. issikii* [Ермолаев, Зорин, 2011a]

Характеристика	Показатель	Порог вредоносности
Продуктивность липы	Длина удлиненных побегов	1
	Количество сформированных почек на удлиненном побеге	1
	Величина ранней древесины	2
	Общая величина прироста по диаметру	2
Репродуктивные характеристики липы	Количество соцветий на 1 м ветви	1
	Количество цветков на 1 м ветви	1
	Количество сахара в нектаре липы	1
	Масса орешков липы	1

что моль является потенциально опасным видом для липовых насаждений *T. americana* в Северной Америке.

ЛИТЕРАТУРА

- Антюхова О. В. Биоэкологические особенности минирующих молей и защита от них декоративных растений-интродуцентов в Приднестровье: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2010. 20 с.
- Ануфриев Г. А., Баянов Н. Г. Фауна беспозвоночных Керженского заповедника по результатам исследований 1993–2001 годов // Материалы по фауне Нижегородского Заволжья: Тр. гос. природного заповедника "Керженский". Нижний Новгород, 2002. Т. 2. С. 152–354.
- 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: сб. науч. ст. Тула, 2004. Вып. 4. С. 31–37.
- Барышникова С. В., Дубатов В. В. К изучению молевидных чешуекрылых (Microlepidoptera) Большехвирского 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 зеленых насаждениях Москвы и Подмосковья // Лесн. вестн. 1999. С. 172–177.
- Белов Д. А. Вспышки массового размножения листогрызущих насекомых и минеров и характеристика их очагов в Москве // Там же. 2000. № 6. С. 124–131.
- Белов Д. А. Особенности комплекса минирующих насекомых в г. Москве // Там же. 2011. № 7. С. 105–110.
- Васильев И. В. Липовые – Tiliaceae Juss. // Деревья и кустарники СССР / под ред. С. Я. Соколова. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1958. Т. IV. С. 659–727.
- Гниненко Ю. И., Козлова Е. И. Липовая моль-пестрянка в России и проблемы биологической защиты лип // Биологический метод защиты растений в интегрированных технологиях растениеводства: мат-лы конф., 15–19 мая 2006 г. Познань, Польша, 2006. С. 16.
- Гниненко Ю. И., Козлова Е. И. Липовая моль-пестрянка *Phyllonorycter issikii* в Прибалтике // Информ. бюл. 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.
- Гниненко Ю. И. Массовые размножения инвазивных насекомых в лесу // Изв. СПб. лесотехн. академии. 2011. Вып. 196. С. 209–216.
- Егоренкова Е. Н. Фауна наездников-тетрастихин (Hymenoptera, Eulophidae, Tetrastichinae) лесостепной части Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2008. 18 с.
- Ермолаев В. П. Эколого-фаунистический обзор минирующих молей-пестрянок (Lepidoptera, Gracillariidae) Южного Приморья: Тр. зоол. ин-та. Л.: ЗИН АН СССР, 1977. Том LXX: Фауна насекомых Дальнего Востока. С. 98–116.
- Ермолаев В. П. Листовертки и минирующие моли-пестрянки (Lepidoptera: Tortricidae, Gracillariidae) Южного Приморья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1982. 16 с.
- Ермолаев И. В., Мотошкова Н. В. Биологическая инвазия липовой моли-пестрянки *Lithocolletis issikii* Kumata (Lepidoptera, Gracillariidae): особенности взаимоотношения минера с кормовым растением // Энтомол. обозрение. 2008. Т. 87, № 1. С. 15–25. [Ermolaev I. V., Motoshkova N. V. Biological Invasion of the Lime Leafminer *Lithocolletis issikii* Kumata (Lepidoptera, Gracillariidae): Interaction of the Moth with the Host Plant // Entomological Review. 2008. Vol. 88, N 1. P. 1–9.]
- Ермолаев И. В., Трубицын А. В. Экспериментальная оценка дальности разлета тополевой моли-пестрянки // Защита и карантин растений. 2009. № 2. С. 52.
- Ермолаев И. В., Ефремова З. А., Ижболдина Н. В. Паразитоиды как фактор смертности липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii*, Lepidoptera, Gracillariidae) // Зоол. журн. 2011. Т. 90, № 1. С. 24–32. [Ermolaev I. V., Yefremova Z. A., Izhboldina N. V. Parasitoids as a Mortality Factor for the Lime Leafminer (*Phyllonorycter issikii*, Lepidoptera, Gracillariidae) // Entomol. Rev. 2011. Vol. 91, N 3. P. 326–334.]
- Ермолаев И. В., Сидорова О. В. Сезонная динамика повреждения липы мелколистной комплексом членистоногих-филлофагов // Там же. Т. 90, № 5. С. 552–558. [Ermolaev I. V., Sidorova O. V. Seasonal Dynamics of Damage to Small-Leaved Lime Trees by Phyllophagous Arthropods // Ibid. 2011. Vol. 91, N 5. P. 585–591.]
- Ермолаев И. В., Зорин Д. А. Экологические последствия инвазии *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) в липовых лесах Удмуртии // Там же. 2011а. Т. 90, № 6. С. 717–723. [Ermolaev I. V., Zorin D. A. Ecological Consequences of Invasion of *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) in Lime Forests in Udmurtia // Ibid. Vol. 91, N 5. P. 592–598.]
- Ермолаев И. В., Зорин Д. А. Особенности распределения липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) в естественных насаждениях // Там же. 2011б. Т. 90, № 10. С. 1193–1196. [Ermolaev I. V., Zorin D. A. Distribution of the Lime Leafminer *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) in Natural Stands // Ibid. Vol. 91, N 9. P. 1088–1091.]
- Ермолаев И. В., Ижболдина Н. В. Влияние плотности популяции липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* Kumata (Lepidoptera, Gracillariidae) на соотношение внутривидовых форм // Энтомол. обозрение. 2012. Т. 91, вып. 1. С. 131–142. [Ermolaev I. V., Izhboldina N. V. The effect of population density of the lime leafminer *Phyllonorycter issikii* Kumata (Lepidoptera, Gracillariidae) on the ratio of intrapopulation forms // Entomol. Rev. 2013. Vol. 93, N 1. P. 95–104.]
- Ефремова З. А., Мищенко А. В. Комплекс наездников-паразитоидов (Hymenoptera, Eulophidae) липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Среднем Поволжье // Зоол. журн. 2008. Т. 87, № 2. С. 189–196.

- Золотухин В. В. О некоторых членистоногих-вселенцах на территории Ульяновской области // Природа Симбирского Поволжья. Ульяновск, 2002. Вып. 2. С. 200–203.
- Иванов А. Ф. Биология древесных растений. Минск: Наука и техника, 1975. 264 с.
- Кириченко Н. И., Лоскутов Р. И., Седаева М. Л., Томошевич М. В., Кенис М. Освоение листьев древесных растений-интродуцентов насекомыми-минерами в сибирских дендрариях // Изв. СПб. лесотехн. акад. 2009. Вып. 187. С. 140–148.
- Кириченко Н. И. Липовая моль-пестрянка *Phyllonorycter issikii* в Западной Сибири: некоторые экологические характеристики популяции недавнего инвайдера // Сиб. экол. журн. 2013. № 6. С. 813–822.
- Клепиков М. А. Обзор фауны кривоусых крохоток-молей и молей-пестрянок (Lepidoptera: Visculatricidae, Gracillariidae) Ярославской области // Эверсманния. 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.
- Козлова Е. И. Липовая минирующая моль-пестрянка *Phyllonorycter issikii* Kumata – вредитель липы в европейской части России // Защита леса от вредителей и болезней: сб. ст. 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. Л.: Наука, 1981. Т. IV: Чешуекрылые. Ч. 2. С. 149–311.
- Ластухин А. А. Летний спектр бабочек в окрестностях Яльчического участка ГПЗ “Присурский” // Науч. тр. гос. природного заповедника “Присурский”. Чебоксары, 2010. Т. 24. С. 80–86.
- Лесной план Удмуртской республики. Ижевск, 2008. 256 с.
- Мешкова В. Л., Миклулина И. Н. Энтомофаги адвентивных молей-минеров в зеленых насаждениях Харьковщины // Современное состояние и перспективы охраны и защиты лесов в системе устойчивого развития: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. Гомель, 9–11 октября 2013 г. Гомель: Ин-т леса НАН Беларуси, 2013. С. 92–96.
- Мищенко А. В. Энтомофауна листовых мин // Вестн. ТГПУ. 2011. Вып. 5. С. 101–106.
- Мищенко А. В., Золотухин В. В. Минирующие моли-пестрянки рода *Phyllonorycter* Hbn., 1822 (Lepidoptera: Gracillariidae) фауны Ульяновской области // Природа Симбирского Поволжья: сб. науч. тр. Ульяновск: СНЦ, 2003. Вып. 4. С. 47–52.
- Осипова А. С. Липовая моль-пестрянка (Lepidoptera, Gracillariidae) и ее роль в комплексе филофагов липовых насаждений Приокско-Террасного биосферного заповедника // Заповедники СССР – их настоящее и будущее. Зоологические исследования: тез. докл. Всесоюз. конф. Новгород. 1990. Ч. 2. 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-филофагов Приокско-Террасного биосферного заповедника и его использование в лесном мониторинге: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1995. 22 с.
- Поздеев Д. А. Оценка и региональное использование медоносных ресурсов лесных угодий Удмуртской республики: автореф. дис. ... канд. с/х наук. Йошкар-Ола, 2004. 20 с.
- Сачков А. С., Антонова Е. М., Свиридов А. В. Чешуекрылые (Lepidoptera) // Флора и фауна заповедников. М.: ИПЭЭ им. А. Н. Северцова РАН, 1996. Вып. 61: Беспозвоночные Жугулевского заповедника. С. 48–128.
- Селиховкин А. В., Тимофеева Ю. А. Липовая моль-пестрянка *Phyllonorycter issikii* (Kumata) (Lepidoptera, Gracillariidae) в Санкт-Петербурге // Экологические и экономические последствия инвазий дендрофильных насекомых: мат-лы Всерос. конф. с междунар. участием. Красноярск, 25–27 сентября 2012 г. Красноярск: Ин-т леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 2012. С. 175–178.
- Селиховкин А. В., Денисова Н. В., Тимофеева Ю. А. Динамика плотности популяций минирующих микрочешуекрылых в Санкт-Петербурге // Изв. СПб. лесотехн. акад. 2012. Вып. 200. С. 148–159.
- Танский В. И. Биологические основы вредоносности насекомых. М.: ВО Агропромиздат, 1988. 182 с.
- Шмытова И. В. Новые данные по видовому составу молей-пестрянок (Lepidoptera, Gracillariidae) Калужской и Смоленской областей // Вопросы археологии, истории, культуры и природы Верхнего Поочья: мат-лы XI Всерос. науч. конф. 5–7 апреля 2005 г. Калуга: ООО Полиграф-Информ, 2005. С. 350–353.
- 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.
- Gielis C., Groenen F., Jansen M. C. M., Huisman K. J., Koster J. C., Muus T. S. T., van Nieukerker E. J., van der Straten M. J., Zwier J. H. H. De nederlandse namen van de kleine vlinders (microlepidoptera) in Nederland en België. 2009. 47 p.
- Huemer P. Biodiversität von Schmetterlingen (Lepidoptera) im Gebiet des Naturparks Schlern // Gredleriana. 2007. Vol. 7. P. 233–306.
- Jaworski T. Szrotówek lipowiaczek *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae) W Polsce // Lesne Prace Badawcze (Forest Research Papers). 2009. Vol. 70, N 1. P. 89–91.
- Jurc M. Li pin moljac miner (*Phyllonorycter issikii*) u Sloveniji // Šumarski list. 2012. N 3-4. S. 119–127.
- Kamijo K. Descriptions of five new species of Eulophinae from Japan and other notes // Insecta Matsumurana. 1965. Vol. 28, N 1. P. 69–78.
- Kollár J. The harmful entomofauna of woody plants in Slovakia // Acta entomologica Serbica. 2007. Vol. 12, N 1. P. 67–79.
- Kovács Z., Kovács S., Szabyky C. The occurrence of *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) and *Phyllonorycter robiniella* (Clemens, 1859), two invasive leafminer species in the fauna of Romania (Lepidoptera, Gracillariidae) // Entomologica Romanica. 2006. Vol. 11 (5–7). P. 5–7.
- 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, N 2. P. 53–90.
- Kumata T., Kuroko H., Park K.T. Some Korean species of the subfamily Lithocolletinae (Gracillariidae, Lepidoptera) // *Korean Journ. of Plant Protection*. 1983. Vol. 22, N 3. P. 213–227.
- 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. 2004a. 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. 2004b. P. 26.
- Matošević D. Prvi nalaz vrste *Phyllonorycter issikii* i rasprostranjenost invazivnih vrsta lisnih minera iz porodice Gracillariidae u Hrvatskoj // *Šumarski institut, Jastrebarsko*. 2007. Vol. 42, N 2. P. 127–142.
- 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 Arealexension von vier *Phyllonorycter* Arten im Europa (Insecta, Lepidoptera, Hymenoptera) // *Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin*. 1991. Bd. 67, N 1. S. 178–194.
- Noreika R. *Phyllonorycter issikii* (Kumata) (Lepidoptera, Gracillariidae) in Lithuania // *Acta Zoologica Lituanica. Entomologia*. 1998. Vol. 8, N 3. P. 34–37.
- Perny B. Lindenminiermotte *Phyllonorycter issikii*: Vorkommen in Österreich nach mehreren Verdachtsfällen nun bestätigt // *Fortschutz Aktuell*. 2007. Bd. 38. S. 9–11.
- Roques A., Lees D. Factsheets for 80 representative alien species. Chapter 14 // *Arthropod invasions in Europe*. *BioRisk*. 2010. Vol. 4, N 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. Vol. 50, N 3. P. 99–104.
- Šefrová H. Invasions of Lithocolletinae species in Europe – causes, kinds, limits and ecological impact (Lepidoptera, Gracillariidae) // *Ekológia (Bratislava)*. 2003. Vol. 22, N 2. P. 132–142.
- 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. LIII. P. 103–108.
- Szabóky C., Csóka G. A hárslevél sátorosmoly (*Phyllonorycter issikii* Kumata, 1963, Lep. Gracillariidae) előfordulása Magyarországon // *Növényvédelem*. 2003. Vol. 39, N 1. P. 23–24.
- 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.

Biological Invasion of the Lime Leafminer *Phyllonorycter issikii* Kumata (Lepidoptera, Gracillariidae) in Europe

I. V. ERMOLAEV

*Nechkinskii National Park
427413, Republic of Udmurtia, Novyi twp.
E-mail: ermolaev-i@udm.net*

This review article covers the history of invasion of the Lime leaf miner in Europe and European Russia. It observes forage plants, entomophages of the miner and specifics of the development cycle. Biocenotic mechanisms and ecological consequences of invasion are also analyzed in the article. Practical recommendations on work with the miner outbreaks are elaborated.

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