

УДК 595.792: 595.782

ПАРАЗИТОИДЫ (HYMENOPTERA, EULOPHIDAE, BRACONIDAE) КАК ФАКТОР СМЕРТНОСТИ ЛИПОВОЙ МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ (*PHYLLONORYCTER ISSIKII*, LEPIDOPTERA, GRACILLARIIDAE) В ПРЕДУРАЛЬЕ

© 2024 г. И. В. Ермолаев^{a, b, *}, З. А. Ефремова^{c, **}, С. А. Белокобыльский^d,
В. В. Курбатов^b, Е. Н. Егоренкова^e

^a Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, 620130 Россия

^b Удмуртский государственный университет, Ижевск, 426034 Россия

^c Стейнхардт Музей Естественной истории, Тель-Авивский университет, Тель-Авив, 69978 Израиль

^d Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, 199034 Россия

^e Ульяновский государственный педагогический университет, Ульяновск, 432071 Россия

*e-mail: ermolaev-i@yandex.ru

**e-mail: zuefremova@gmail.com

Поступила в редакцию 06.12.2023 г.

После доработки 21.02.2023 г.

Принята к публикации 25.02.2024 г.

Исследованы комплексы паразитоидов инвазивного вида липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii*, Lepidoptera, Gracillariidae) в Пермском крае и Республике Башкортостан. Выявлено пятнадцать видов паразитоидов из семейства Eulophidae и один вид из семейства Braconidae. *Diglyphus isaea*, *Chrysocharis pubens* и *Ch. submutica* (Eulophidae) впервые отмечены в качестве паразитоидов этого минера. Смертность гусениц и куколок *Ph. issikii* от паразитоидов была незначительной и варьировала от 1.3 ± 0.3 (г. Пермь) до $14.9 \pm 1.2\%$ (с. Толбазы, Республика Башкортостан).

Ключевые слова: Hymenoptera, Eulophidae, Braconidae, *Diglyphus isaea*, *Chrysocharis pubens*, *Ch. submutica*, зараженность паразитоидами

DOI: 10.31857/S0044513424040075, **EDN:** UXWJFD

Материалы о видовой структуре комплекса паразитоидов экономически значимого инвазивного вида липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) (Lepidoptera, Gracillariidae) в Предуралье до этих исследований были ограничены только территорией Удмуртской республики. Исследования, проведенные в период 2001–2005 гг. и в 2015 г. на трех постоянных пробных площадях в г. Ижевске, позволили выявить 26 видов паразитоидов моли *Ph. issikii* из семейств Eulophidae и Braconidae (Ермолаев и др., 2011, 2018). Видовая структура комплексов паразитоидов варьировала в разные годы: если в 2001 г. было отмечено 17, то в 2002, 2003, 2004, 2005 и 2015 гг. — 19, 11, 10, 16 и 18 видов соответственно. В период 2001–2005 гг. доминировал паразитоид *Phygadeuon soemius* (Walker 1839) (Ермолаев и др., 2011), в 2015 г. — *Minotetrastichus frontalis* Nees 1834 (Ермолаев и др., 2018).

Эффективность комплекса паразитоидов *Ph. issikii* в Ижевске была низкой. В 2001–2005 гг. зараженность паразитоидами на трех пробных площадях варьировала от 0.9 ± 0.2 до $12.5 \pm 0.9\%$ (Ермолаев и др., 2011), в 2015 г. — от 0.6 ± 0.2 до $1.6 \pm 0.3\%$ (Ермолаев и др., 2018). При этом средняя смертность первого поколения *Ph. issikii* от паразитоидов была ниже, чем у второго. Например, в 2015 г. эти показатели составили 1.0 и 17.6% соответственно (Ермолаев, Домрачев, 2020).

Маршрутное исследование насаждений лип в 22 населенных пунктах Удмуртии в 2016 г. позволило дополнительно выявить три новых вида паразитоидов моли-пестрянки *Ph. issikii* (Ермолаев и др., 2018). Таким образом, в настоящее время на территории Удмуртии известно 29 видов паразитоидов липовой моли-пестрянки.

Цель настоящей работы заключается в исследовании комплекса перепончатокрылых



Рис. 1. Места проведения исследования. Зеленым цветом показан первичный ареал *Ph. issikii*; синим — ее вторичный ареал; серым — ареал рода *Tilia*, данные по *Ph. issikii* отсутствуют. 1 — г. Пермь, 2 — с. Кукуяново (Республика Башкортостан), 3 — г. Уфа, 4 — с. Толбазы (Республика Башкортостан).

паразитоидов семейств Eulophidae и Braconidae как фактора смертности популяций липовой моли-пестрянки на новых территориях Предуралья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Комплекс паразитоидов *Ph. issikii* исследовали в 2019 г. по единой методике в Пермском крае [г. Пермь (57°94' с.ш., 56°28' в.д.)] и Республике Башкортостан [с. Кукуяново (55°32' с.ш., 54°95' в.д.), г. Уфа (54°73' с.ш., 56°00' в.д.) и с. Толбазы (54°04' с.ш., 55°88' в.д.)] (рис. 1).

Листья собирали с 20 модельных деревьев липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.), выбранных в естественных южно-таежных насаждениях в Перми (29.06.2019), и насаждениях с. Кукуяново (29.06.2019), г. Уфы (30.06.2019) и с. Толбазы (30.06.2019). Помимо этого, 30 июня 2019 г. провели маршрутное исследование в семи населенных пунктах Пермского края: г. Кунгур (57°41' с.ш., 56°89' в.д.), с. Орда (57°20' с.ш., 56°92' в.д.), с. Уинское (56°88' с.ш., 56°61' в.д.), г. Чернушка (56°54' с.ш., 56°10' в.д.), пос. Куеда (56°45' с.ш., 55°61' в.д.), с. Большая Уса (56°73' с.ш., 55°12' в.д.) и г. Чайковский (56°74' с.ш., 54°18' в.д.) (рис. 2). При маршрутном исследовании брали смешанные пробы до 150 листьев с минами с 10 деревьев *T. cordata*.

В период окукливания молей первой генерации на ветвях первого порядка нижнего яруса северной

экспозиции каждого дерева собирали от 60 до 70 листьев с минами. Мины вырезали ножницами и помещали в пластиковые боксы в соответствии с номером модельного дерева. Собранный материал был оперативно доставлен в г. Ижевск.

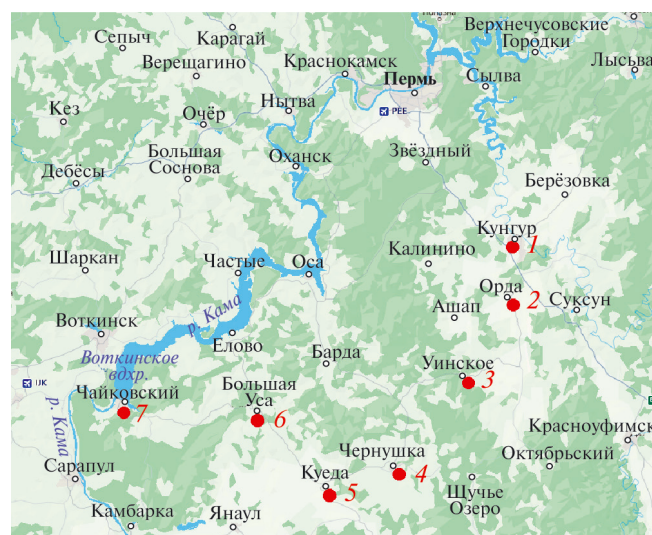


Рис. 2. Пункты маршрутного исследования комплекса паразитоидов липовой моли-пестрянки (*Ph. issikii*) в Пермском крае: 1 — г. Кунгур, 2 — с. Орда, 3 — с. Уинское, 4 — г. Чернушка, 5 — п. Куеда, 6 — с. Большая Уса, 7 — г. Чайковский.

Выход молей и паразитоидов фиксировали ежедневно в условиях полевой лаборатории на биостанции Удмуртского государственного университета "Сива". Всего было исследовано 150 модельных деревьев липы (четыре пробные площади по 20 деревьев и семь точек при маршрутном исследовании по 10 деревьев), вырезано 9220 мин и выведено 6322 экз. *Ph. issikii* и 878 экз. паразитоидов. Выведенные паразитоиды были определены З.А. Ефремовой (Eulophidae) и С.А. Белокобыльским (Braconidae).

Способ определения плотности заселения индивидуального модельного дерева, выживаемости куколок и зараженности паразитоидами указан в работе Ермолаева и др. (2011). Во всех случаях рассчитывали среднее арифметическое значение и его ошибку. Статистическую обработку материала проводили стандартными методами (Ивантер, Коросов, 2011). При расчете фаунистического сходства комплексов паразитоидов липовой моли-пестрянки Поволжья, Предуралья, Урала и Западной Сибири использовали коэффициент Сьеренсена (K_s) (Sørensen, 1948).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В условиях полевой лаборатории появление молей популяции с. Толбазы происходило с 30 июня по 13 июля (с максимумом 3 июля) (рис. 3).

Выход молей более северных популяций *Ph. issikii* г. Уфы, с. Куккуяново и г. Перми наблюдали позднее, в период с 1 по 17 июля (с максимумом 4 июля), с 3 по 18 июля (с максимумом 9 июля) и с 6 по 23 июля (с максимумом 16 июля) соответственно. Появление паразитоидов липовой моли-пестрянки башкирских популяций *Ph. issikii* (Толбазы, Уфа, Куккуяново) происходило со 2 по 18 июля (с максимумом 12 июля), а пермской популяции — с 9 по 19 июля (с максимумом 15 июля) (рис. 4).

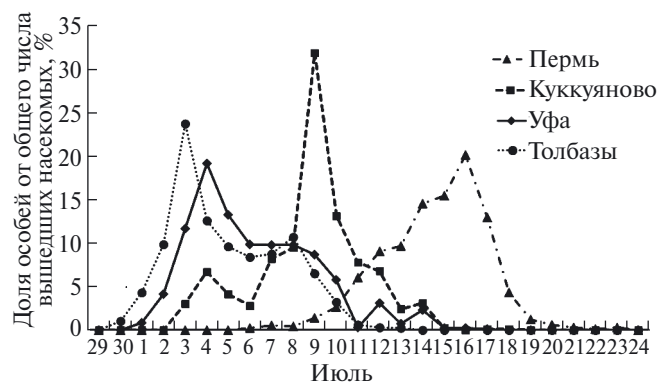


Рис. 3. Динамика выхода молей в разных популяциях моли *Ph. issikii* в условиях полевой лаборатории.

Выживаемость гусениц и куколок *Ph. issikii* варьировала от 49.9 ± 2.1 (Толбазы) до $89.7 \pm 1.0\%$ (Пермь) (табл. 1) и не зависела от средней плотности популяции моли (табл. 2).

Общая смертность находилась в диапазоне от 10.3 ± 1.0 (Пермь) до $50.1 \pm 2.1\%$ (Толбазы). При этом смертность от неизвестных причин (например, смертность при индуцированной реакции на повреждение дерева-хозяина, дополнительном питании паразитоидов, внутривидовой конкуренции гусениц, от патогенов) составила от 9.0 ± 1.0 (Пермь) до 35.2 ± 2.1 (Толбазы). Смертность же непосредственно от паразитоидов была невысокая и варьировала от 1.3 ± 0.3 (Пермь) до $14.9 \pm 1.2\%$ (Толбазы).

Результаты наших исследований позволили выявить 16 видов паразитоидов липовой моли-пестрянки: 15 видов — из семейства Eulophidae и один вид — из семейства Braconidae (табл. 3).

Из них 8 видов было обнаружено на территории Пермского края и 15 видов — в Республике Башкортостан. В наших сборах в качестве паразитоида моли *Ph. issikii* впервые отмечены три вида: *Diglyphus isaea* (Walker 1838), *Ch. pubens* Delucchi 1954 и *Ch. submutica* Graham 1963 (Eulophidae). *D. isaea* является одиночным, иногда групповым эктопаразитоидом насекомых-минеров (Bouček, Askew, 1968), а представители рода *Chrysocharis* Förster 1956 — одиночные первичные эндопаразитоиды личинок чешуекрылых (Kosheleva et al., 2019). Кроме того, были выведены единичные представители наездников из родов *Pteromalus* Swederus 1795 (г. Чернушка) (Pteromalidae), *Elachertus* (Spinola 1811) (с. Куккуяново), *Pnigalio* Schrank 1802 (г. Уфа), *Chrysocharis* (с. Куккуяново, г. Уфа, с. Толбазы), *Neochrysocharis* Kurdjumov 1912 (с. Куккуяново, г. Уфа, с. Толбазы) (Eulophidae) и *Dolichogenidea* Viereck 1911 (с. Куккуяново, с. Толбазы) (Braconidae).

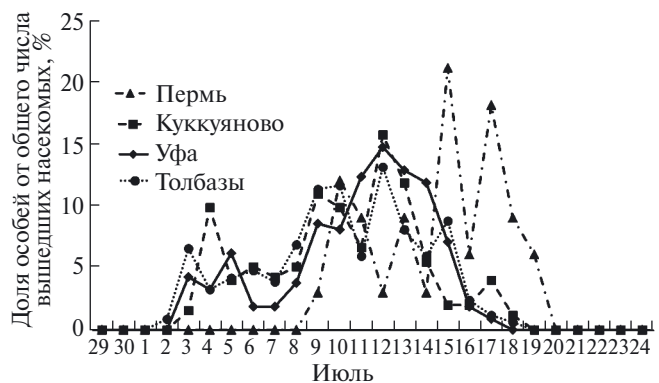


Рис. 4. Динамика выхода паразитоидов в разных популяциях моли *Ph. issikii* в условиях полевой лаборатории.

Таблица 1. Выживаемость и смертность гусениц и куколок липовой моли-пестрянки (*Ph. issikii*) в Предуралье

Место	Плотность заселения модельного дерева, мин на лист	Выживаемость молей, %	Смертность молей, %	
			от паразитоидов	по неизвестной причине
г. Пермь	4.10±0.42	89.7±1.0	1.3±0.3	9.0±1.0
с. Куккуяново	0.39±0.04	52.7±3.0	13.0±1.2	34.3±2.9
г. Уфа	0.31±0.03	70.7±2.4	14.1±1.2	15.2±2.7
с. Толбазы	0.27±0.02	49.9±2.1	14.9±1.2	35.2±2.1

Таблица 2. Значения коэффициентов корреляции между показателями плотности заселения липы молью *Ph. issikii* и характеристиками выживаемости и смертности гусениц и куколок в Предуралье

Место	Выживаемость молей	Смертность молей	
		от паразитоидов	по неизвестной причине
г. Пермь	$r = 0.09$	$r = 0.26$	$r = -0.16$
с. Куккуяново	$r = 0.21$	$r = 0.12$	$r = -0.27$
г. Уфа	$r = -0.04$	$r = -0.02$	$r = 0.05$
с. Толбазы	$r = -0.16$	$r = 0.06$	$r = 0.13$

Во всех случаях $n = 20$ и корреляция недостоверна ($P > 0.05$).

Таблица 3. Видовая структура комплекса паразитоидов (Hymenoptera, Eulophidae, Braconidae) липовой моли-пестрянки (*Ph. issikii*) Пермского края и Республики Башкортостан

Вид паразитоида	Пермский край		Республика Башкортостан		
	Пермь	южная часть	Куккуяново	Уфа	Толбазы
Eulophidae					
<i>Diglyphus isaea</i> (Walker 1838)* ▲			+		
<i>Elachertus fenestratus</i> Nees 1834*				+	
<i>Hyssopus geniculatus</i> (Hartig 1838)*	+	+	+		+
<i>Phygadeuon agraulis</i> (Walker 1839)*	+ ¹	+	+	+ ³	+
<i>P. mediterraneus</i> Ferrière et Delucchi 1957*			+	+	+
<i>Sympiesis dolichogaster</i> Ashmead 1888*		+			
<i>S. gordius</i> (Walker 1839)*		+ ²	+	+	+ ¹
<i>S. sericeicornis</i> (Nees 1834)*		+ ¹	+ ³	+	+
<i>Chrysocharis laomedon</i> Walker 1839		+	+ ²	+ ¹	+ ²
<i>Ch. nephereus</i> Walker 1839				+	+
<i>Ch. pentheus</i> (Walker 1839)		+		+	+ ³
<i>Ch. pubens</i> Delucchi 1954 ▲					+
<i>Ch. pubicornis</i> Zetterstedt 1838					+
<i>Ch. submutica</i> Graham 1963 ▲				+	
<i>Minotetrastichus frontalis</i> Nees 1834*		+	+ ¹	+ ²	+
Braconidae					
<i>Pholetesor circumscriptus</i> (Nees 1834)				+	+
Всего:	2	8	8	11	12

Примечания. * — эктопаразитоид. ▲ — вид впервые выявлен как паразитоид моли *Ph. issikii*. + — наличие вида. +¹, +², +³ — место среди доминирующих видов.

Исследование одной из самых северных популяций *Ph. issikii*, расположенной в г. Перми на границе ареала кормового растения в зоне доминирования таежных ассоциаций, показало здесь крайнюю бедность комплекса паразитоидов. Практически полное отсутствие факторов смертности позволяет местной популяции *Ph. issikii* иметь высокие показатели выживаемости гусениц и куколок ($89.7 \pm 1.0\%$) и плотности заселения кормовых растений (4.10 ± 0.42 мин на 1 лист) (табл. 1). Зараженность *Ph. issikii* паразитоидами доминирующего вида *Pnigalio agraulis* не была связана с плотностью заселения минером дерева-хозяина: ($r = -0.27, n = 20, P > 0.05$). Гусеницы и куколки минера, собранные близ населенных пунктов в зоне южной тайги (г. Кунгур, с. Орда и с. Уинское), были заражены только *P. agraulis* и также имели низкий показатель зараженности паразитоидами ($0.9-1.8\%$) (табл. 4).

По всей вероятности, степень экологической пластичности *Ph. issikii*, позволяющая минеру успешно проходить развитие даже на северной границе ареала липы мелколистной (*Tilia cordata*), оказалась значительно выше степени пластичности аборигенных видов наездников-полифагов, специализирующихся на иных местных чешуекрылых-минерах. В южной же части Пермского края среди паразитоидов *Ph. issikii* доминировали *Sympiesis sericeicornis* и *S. gordius* (Eulophidae).

Видовое разнообразие комплексов паразитоидов *Ph. issikii* в зоне неморальной растительности на примере Республики Башкортостан закономерно растет с севера на юг, и наше исследование позволило увидеть одновременный срез состояния таких комплексов при движении в этом направлении. Расстояние между точками сбора с. Куккуяново и г. Уфа – около 70 км, между г. Уфа

и с. Толбазы – еще 80 км. Комплексы паразитоидов *Ph. issikii* в этих трех точках представлены преимущественно полифагами минирующих насекомых. Зараженность минера паразитоидами в этих популяциях не имеет достоверных различий. Однако с севера на юг меняются доминирующие виды, а также растут видовое разнообразие комплекса (8–11–12 видов) и доля эндопаразитоидов. Так, если близ с. Куккуяново отношение экто- и эндопаразитоидов, определенных до вида, составило 7 : 1, то близ г. Уфа и с. Толбазы – уже 6 : 5 и 6 : 6 соответственно. Во всех трех популяциях показатель зараженности у доминирующих паразитоидов моли *Ph. issikii* не зависел от плотности заселения минером дерева-хозяина. Ниже приведены коэффициенты корреляции, объем выборки и уровень достоверности для доминирующих видов паразитоидов из разных географических точек. Для популяции минера из с. Куккуяново: *M. frontalis* ($r = -0.17, n = 20, P > 0.05$), *Ch. laomedon* ($r = -0.03, n = 20, P > 0.05$), *S. sericeicornis* ($r = 0.23, n = 20, P > 0.05$), для популяции *Ph. issikii* г. Уфы: *Ch. laomedon* ($r = 0.14, n = 20, P > 0.05$), *M. frontalis* ($r = 0.33, n = 20, P > 0.05$) и *P. agraulis* ($r = -0.22, n = 20, P > 0.05$), а для популяции минера из с. Толбазы: *S. gordius* ($r = -0.10, n = 20, P > 0.05$), *Ch. laomedon* ($r = 0.29, n = 20, P > 0.05$) и *Ch. pentheus* ($r = 0.18, n = 20, P > 0.05$). По всей вероятности, выявленные тренды отражают общие закономерности пространственного распределения качественного и количественного составов наездников-паразитоидов с севера на юг, однако это явление нуждается в дополнительном исследовании.

Полученные результаты позволяют сравнить комплексы паразитоидов моли *Ph. issikii* Предуралья с аналогичными комплексами на западе и востоке от Уральских гор. С учетом материалов из

Таблица 4. Видовой состав комплекса паразитоидов липовой моли-пестрянки (*Ph. issikii*) (Eulophidae) в разных населенных пунктах юга Пермского края

Вид паразитоида	Населенный пункт						
	Кунгур	Орда	Уинское	Чернушка	Куеда	Большая Уса	Чайковский
<i>H. geniculatus</i>	–	–	–	–	+	–	–
<i>P. agraulis</i>	+	+	+	–	+	+	+
<i>S. dolichogaster</i>	–	–	–	+	–	–	–
<i>S. gordius</i>	–	–	–	–	+	+	+
<i>S. sericeicornis</i>	–	–	–	+	+	–	+
<i>Ch. laomedon</i>	–	–	–	–	+	–	–
<i>Ch. pentheus</i>	–	–	–	–	–	+	–
<i>M. frontalis</i>	–	–	–	–	+	–	–
Зараженность, %	1.3	0.9	1.8	3.0	9.2	5.1	11.9

Удмуртии (Ермолаев и др., 2011, 2018) на территории Предуралья уже известно 33 вида паразитоидов этого минера. На территории Среднего Поволжья (Мищенко и др., 2007; Егоренкова, 2008; Ефремова и др., 2009; Мищенко, 2009, 2011; Ефремова, Мищенко, 2008, 2009; Yefremova, Mishchenko, 2010, 2012; Ермолаев и др., 2019), а также на Урале и в Западной Сибири (Ермолаев и др., 2019; Kosheleva et al., 2022; Ермолаев и др., 2023) было выявлено по 23 вида паразитоида моли *Ph. issikii*. При этом комплексы Предуралья (Пермский край и Башкортостан) являются, несомненно, более близкими по составу к таковым Урала и Западной Сибири ($K_s = 0.71$), чем к Среднему Поволжью ($K_s = 0.50$). По всей вероятности, это может быть связано со сходством климатических условий Предуралья и Урала с Западной Сибирью. Комплексы паразитоидов моли *Ph. issikii* этих территорий характеризуются отсутствием в них специалистов-энтомофагов, поскольку практически все выявленные паразитоиды имеют экологические связи с видами четырех отрядов минирующих насекомых: Lepidoptera, Coleoptera, Diptera и Hymenoptera (Universal Chalcidoidea Database, 2024). Следует особо отметить, что проведенные исследования показали преобладание в подобных комплексах именно эктопаразитоидов. Так, если в Среднем Поволжье соотношение экто- и эндопаразитоидов составило 14 : 9, то в Предуралье — 20 : 13, на Урале и в Западной Сибири — 16 : 7. При этом на всей изученной части вторичного ареала минера формирование комплексов паразитоидов *Ph. issikii* идет с участием четырех доминирующих видов (Eulophidae): *Sympiesis gordius*, *S. sericeicornis*, *Chrysocharis laomedon*, *Minotetrastichus frontalis*.

Таким образом, комплексы паразитоидов инвазивного вида липовой моли-пестрянки Пермского края и Республики Башкортостан насчитывают 15 видов наездников семейства из Eulophidae и один вид из семейства Braconidae. *Diglyphus isaea*, *Chrysocharis pubens* и *Ch. submutica* (Eulophidae) впервые отмечены в качестве паразитоидов этого минера. Роль паразитоидов как фактора смертности гусениц и куколок *Ph. issikii* была незначительной и варьировала в диапазоне от 1.3 ± 0.3 (г. Пермь) до $14.9 \pm 1.2\%$ (с. Толбазы, Республика Башкортостан).

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность С.Ю. Синеву (Зоологический институт РАН, С.-Петербург) и А.В. Селиховкину (Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, С.-Петербург) за поддержку работы на разных этапах ее реализации. Авторы выражают благодарность В.М. Косареву (Удмуртский государственный университет, Ижевск) за помощь в сборе материала.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации “Биоразнообразие природных экосистем Заволжско-Уральского региона: история его формирования, современная динамика и пути охраны” (FEWS-2024-0011). Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

В данной работе отсутствуют исследования человека и животных, соответствующих критериями Директивы 2010/63/EU.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Егоренкова Е.Н., 2008. Фауна наездников-тетрастихин (Hymenoptera, Eulophidae, Tetrastichinae) лесостепной части Среднего Поволжья. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ИПЭИЭ им. А.Н. Северцова РАН. 18 с.
- Ермолаев И.В., Домрачев Т.Б., 2020. Влияние количества генераций на динамику численности липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae) в Удмуртии // Российский журнал биологических инвазий. № 4. С. 66–80.
- Ермолаев И.В., Ефремова З.А., Ижболдина Н.В., 2011. Паразитоиды как фактор смертности липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii*, Lepidoptera, Gracillariidae) // Зоологический журнал. Т. 90. № 1. С. 24–32.
- Ермолаев И.В., Ефремова З.А., Домрачев Т.Б., 2018. О влиянии паразитоидов (Hymenoptera, Eulophidae) на выживаемость липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii*, Lepidoptera, Gracillariidae) в Удмуртии // Зоологический журнал. Т. 97. № 2. С. 401–407.
- Ермолаев И.В., Ефремова З.А., Герасимова Н.А., Королева Е.А., Лушников Н.Н., Петров А.И., Пчельников А.А., 2019. Паразитоиды (Hymenoptera) липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii*, Lepidoptera, Gracillariidae) разных городов Российской Федерации и роль этих паразитоидов в смертности инвазивного вида // Зоологический журнал. Т. 98. № 4. С. 407–414.
- Ермолаев И.В., Ефремова З.А., Белокобыльский С.А., Тюлькин Ю.А., Егоренкова Е.Н., 2023. Паразитоиды (Hymenoptera, Eulophidae, Braconidae) как

- фактор смертности липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii*, Lepidoptera, Gracillariidae) в Зауралье и Западной Сибири // Зоологический журнал. Т. 102. № 7. С. 790–798.
- Ефремова З.А., Мищенко А.В., 2008. Комплекс наездников-паразитоидов (Hymenoptera, Eulophidae) липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Среднем Поволжье // Зоологический журнал. Т. 87. № 2. С. 189–196.
- Ефремова З.А., Мищенко А.В., 2009. Новые данные о трофических связях наездников-эвлофид (Hymenoptera, Eulophidae) с чешуекрылыми (Lepidoptera) в Ульяновской области // Энтомологическое обозрение. Т. 88. № 1. С. 29–37.
- Ефремова З.А., Краюшкина А.В., Мищенко А.В., 2009. Комплексы паразитоидов (Hymenoptera, Eulophidae) молей-пестрянок рода *Phyllonorycter* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Среднем Поволжье // Зоологический журнал. Т. 88. № 10. С. 1213–1221.
- Ивантер Э.В., Коросов А.В., 2011. Введение в количественную биологию. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ. 302 с.
- Мищенко А.В., Ефремова З.А., Краюшкина А.В., 2007. Динамика популяции липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) и комплекс ее паразитоидов (Hymenoptera, Eulophidae) в Среднем Поволжье // Природа Симбирского Поволжья. Ульяновск: Издательство “Корпорация технологий продвижения”. Вып. 8. С. 169–175.
- Мищенко А.В., 2009. Паразитизм наездников-эвлофид (Hymenoptera: Eulophidae) на минирующих чешуекрылых (Lepidoptera, Nepticulidae, Tischeriidae, Gracillariidae) лесостепи европейской России. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Санкт-Петербург: ВНИИЗР. 21 с.
- Мищенко А.В., 2011. Энтомофауна листовых мин // Вестник Томского государственного педагогического университета. Вып. 5. С. 101–106.
- Bouček Z., Askew R.R., 1968. Index of Palaearctic Eulophidae (excl. Tetrastichinae). Index of Entomophagous Insects. Paris. 260 p.
- Kosheleva O.V., Egorenkova E.N., Kostjukov V.V., Trjapitzin V.A., 2019. Family Eulophidae // Belokobyl'skij S.A., Samartsev K.G., Il'inskaya A.S. (Eds). Annotated catalogue of the Hymenoptera of Russia. Volume II. Apocrita: Parasitica. Proceedings of the Zoological Institute Russian Academy of Sciences. Supplement 8. Zoological Institute RAS, St Petersburg. P. 152–182.
- Kosheleva O.V., Belokobyl'skij S.A., Kirichenko N.I., 2022. The Hymenopterous parasitoids of the lime leaf miner *Phyllonorycter issikii* (Kumata) (Lepidoptera: Gracillariidae) from its native and invaded regions in Asian Russia // Diversity. 14. 707. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/d14090707> (дата обновления: 22.01.2024).
- Sørensen T.A., 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons // Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Biologiske skrifter. V. 5. № 4. 34 p.
- Universal Chalcidoidea Database, 2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nhm.ac.uk/our-science/data/chalcidoids/database/index.dsm1> (дата обновления: 18.01.2024).
- Yefremova Z., Mishchenko A., 2010. The dynamics of the populations of dominant parasitoids (Hymenoptera, Eulophidae) of moth *Phyllonorycter issikii* (Kumata) (Lepidoptera: Gracillariidae) in the Middle Volga Basin // Proceedings of the Russian Entomological Society. St. Petersburg. V. 80. № 2. P. 64–75.
- Yefremova Z., Mishchenko A., 2012. 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. V. 46. P. 1283–1305.

**PARASITIODS (HYMENOPTERA, EULOPHIDAE, BRACONIDAE)
AS A MORTALITY FACTOR FOR THE LIME LEAF MINER
(*PHYLLONORYCTER ISSIKII*, LEPIDOPTERA, GRACILLARIIDAE)
IN THE CIS-URALS**

I. V. Ermolaev^{1, 2, *}, Z. A. Yefremova^{3, **}, S. A. Belokobylskij⁴, V. V. Kurbatov², E. N. Yegorenkova⁵

¹Botanic Garden Institute, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, 620130 Russia

²Udmurt State University, Izhevsk, 426034, Russia

³The Steinhardt Museum of Natural History, Tel Aviv University, Tel Aviv, 69978 Israel

⁴Zoological Institute, Russian Academy of Sciences, St.-Peterburg, 199034 Russia

⁵Ulyanovsk State Pedagogical University, Ulyanovsk, 432071 Russia

*e-mail: ermolaev-i@yandex.ru

**e-mail: zyefremova@gmail.com

The assemblage of hymenopteran parasitoids associated with the invasive lime leaf miner, *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) developing on the lime (*Tilia cordata*) was studied in the Perm Region and in the Republic of Bashkortostan during 2019. Sixteen species of parasitoids of *Ph. issikii* were recognized: *Diglyphus isaea*, *Elachertus fenestratus*, *Hyssopus geniculatus*, *Pnigalio agraulis*, *P. mediterraneus*, *Sympiesis dolichogaster*, *S. gordius*, *S. sericeicornis*, *Chrysocharis laomedon*, *Ch. nephreus*, *Ch. pentheus*, *Ch. pubens*, *Ch. pubicornis*, *Ch. submutica*, *Minotetrastichus frontalis* (Eulophidae) and *Pholetesor circumscriptus* (Braconidae). Three species, *Diglyphus isaea*, *Chrysocharis pubens* and *Ch. submutica* (Eulophidae), were reported as parasitoids of the lime leaf miner for the first time. The roles the complex of parasitoids played in the mortality of the miner were negligible. The mortality ranged from 1.3±0.3 (Perm) to 23.7±3.3% (Tolbazy village).

Keywords: Hymenoptera, Eulophidae, Braconidae, *Diglyphus isaea*, *Chrysocharis pubens*, *Ch. submutica*, rate of parasitism