

ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГЕНЕРАЦИЙ НА ДИНАМИКУ ЧИСЛЕННОСТИ ЛИПОВОЙ МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ *PHYLLONORYCTER ISSIKII* (KUMATA, 1963) (LEPIDOPTERA, GRACILLARIIDAE) В УДМУРТИИ

© 2020 Ермолаев И.В.^{а,*}, Домрачев Т.Б.^б

^а ФГБУН Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, Тобольск 626152, Россия;

^б ФГБОУ ВО Удмуртский государственный университет, Ижевск 426000, Россия;

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

Поступила в редакцию 18.02.2020. После доработки 23.10.2020. Принята к публикации 09.11.2020.

Впервые исследовано влияние количества генераций на динамику численности липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae). Работу провели на четырёх пробных площадях в течение 2001–2020 гг. в Удмуртской Республике. Существование второй генерации минёра зависит от климатических особенностей сезона. Второе поколение моли наблюдали при условии, что первая генерация бабочек успевала завершить своё развитие в третьей декаде июня. В случае если это происходило в июле, то второго поколения не было.

Изменчивость фенологии оказывает влияние на динамику численности инвазионного вида. Плотность заселения лип минёром в текущем году росла, если в предыдущем сезоне было только одно поколение моли. Показатель падал, если в предыдущем сезоне было два поколения.

Уменьшение численности *Ph. issikii* в год с двумя поколениями могло происходить за счёт снижения как продолжительности жизни и фактической плодовитости самок, так и выживаемости второго поколения моли. Это приводило к значительному сокращению количества зимующих бабочек.

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

Введение

Серьёзной проблемой для европейских насаждений липы стало появление инвазионного вида – липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae). Регион-донор этого минёра расположен по берегам Японского моря. В 1985 г. *Ph. issikii* был впервые обнаружен в зелёных насаждениях г. Москвы [Беднова, Белов, 1999]. В регионе-реципиенте вид повреждает 4 аборигенных и 5 интродуцированных видов лип (*Tilia*) [Ермолаев и др., 2018б]. За 27 лет (с 1985 по 2011 г.) площадь ареала моли в Европе и Западной Сибири возросла до 4 086 000 км² и составила 60.4% от всей площади ареала аборигенных видов рода *Tilia* [Ермолаев, Рублёва, 2017]. При этом в условиях Европы 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 региона-ре-

ципиента. История, скорость, механизмы и последствия инвазии *Ph. issikii* были рассмотрены нами ранее [Ермолаев, Зорин, 2011; Ермолаев, Рублёва, 2017].

Липовая моль-пестрянка *Ph. issikii* в течение сезона даёт две генерации. Эта особенность жизненного цикла хорошо известна для популяций первичного ареала минёра, например, Японии [Kumata, 1963], Кореи [Kumata et al., 1983] и Приморского края [Ермолаев, 1977]. То же справедливо и для популяций моли в Европе: Великобритании [Edmunds, Langmaid, 2005], Голландии [Huisman et al., 2013; Doorenweerd et al., 2014], Польши [Jaworski, 2009; Soika, Łabanowski, 2014], Чехии, Словакии [Šefrová, 2002], Австрии [Šefrová, 2002; Huemer, Erlebach, 2003; Perny, 2007], Венгрии [Szabóky, Csóka, 2003], Словении [Jurc, 2012], Хорватии [Matošević, 2007a, 2007b; Matošević et al., 2009; Matošević, Pernek, 2011], Сербии [Dobrosavljevic et al., 2018], Румынии [Ureche, 2006; Stolnicu, Ureche, 2007],

Таблица 1. Сроки лёта двух поколений *Ph. issikii* в разных частях ареала

Страна, регион	Первое поколение	Второе поколение	Источник
Голландия	июнь	август – октябрь	Huisman et al., 2013 Doorenweerd et al., 2014
Германия	?	август – сентябрь	Graf et al., 2002 Gaedike et al., 2003 Segeer, 2008
Чехия	июнь	вторая декада августа – октябрь	Šefrová, 2002; 2003
Венгрия	июнь	август – сентябрь	Szabóky, Csóka, 2003
Хорватия	июнь	август – сентябрь	Matošević, 2007a, 2007b Matošević et al., 2009 Matošević, Pernek, 2011
Сербия	июнь	август	Dobrosavljevic et al., 2018
Румыния	?	август	Kovács et al., 2006
Латвия	?	сентябрь	Noreika, 1998
Белоруссия	конец июня – начало июля	август – сентябрь	Евдошенко, Сауткин, 2012
Приднестровье	конец июня – начало июля	август	Антюхова, Мешкова, 2011
Украина, г. Харьков	вторая половина июня	август	Мешкова, Мікуліна, 2012; Meshkova et al., 2013
РФ, Ленинградская обл.	июль	сентябрь	Селиховкин, Тимофеева, 2012
РФ, Смоленская обл.	первая половина июля	?	Шмыгова, 2005; 2007
РФ, Тверская обл.	июль	август – сентябрь	Коробков, Барышникова, 2017
РФ, Калужская обл.	середина июля	?	Шмыгова, 2005; 2007
РФ, Московская обл.	третья декада июня – начало июля	конец августа – сентябрь	Осипова, 1992; 1995; Белова и др., 1998; Беднова, Белов, 1999; Состояние..., 2004; Гниненко, Козлова, 2007
РФ, Тульская обл.	начало июля	август – сентябрь	Барышникова, Большаков, 2004
РФ, Воронежская обл.	конец июня – вторая декада июля	середина августа – первая декада сентября	Козлов, 1991
РФ, Чувашская Респ.	июль	?	Ластухин, 2010
РФ, Республика Мордовия	конец июня – вторая декада июля	середина августа	Сусарев, 2014
РФ, Ульяновская обл.	начало июля	август	Мищенко, Золотухин, 2003; Yefremova, Mishchenko, 2012
РФ, Свердловская обл.	начало июля	вторая половина августа	Ухова, Ольшванг, 2014; Богачёва и др., 2018
РФ, Челябинская обл.	?	август-сентябрь	Ольшванг и др., 2004
РФ, Омская обл.	июль	?	Князев и др., 2018
РФ, Новосибирская обл.	конец июня – июль	август?	Кириченко, 2013
РФ, Томская обл.	вторая декада июля	?	Конусова и др., 2019
РФ, Приморье	вторая половина июля	?	Ермолаев, 1977
Корея	?	середина августа	Kumata et al., 1983
Япония	конец июня, середина июля	конец августа, сентябрь (иногда до первых чисел октября)	Kumata, 1963

Примечание: «?» – нет точных данных.

Приднестровья [Антюхова, 2010; Антюхова, Мешкова, 2011], Латвии [Noreika, 1998], Белоруссии [Евдошенко, 2012; Евдошенко, Сауткин, 2012; Синчук, Буга, 2016; Пинчук, Синчук, 2017; Синчук и др., 2017; Шибанова и др., 2017] и Украины [Мешкова, Мікуліна, 2012; Meshkova et al., 2013; Мешкова, 2014]. На территории РФ два поколения минёра отмечали в Ленинградской [Щербакова и др., 2011; Селиховкин и др., 2012; Селиховкин, Тимофеева, 2012; Тимофеева, 2014; Тимофеева и др., 2016], Тверской [Коробков, Барышникова, 2017], 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], Челябинской [Ольшванг и др., 2004], Свердловской [Ухова, Ольшванг, 2014], Новосибирской [Кириченко, 2013], Томской [Конусова и др., 2019] областях, Республике Мордовия [Сусарев, 2014]. В некоторых работах [Белова и др., 1998; Беднова, Белов, 1999; Perny 2007; Белов, 2011; Золотухин, 2002; Состояние..., 2004; Ефремова, Мищенко, 2008; 2010; Осипова, 1995; Yefremova, Mishchenko, 2012; Meshkova et al., 2013; Мищенко, 2014; 2016; Сильчук и др., 2016] указывается на возможность в отдельные сезоны с тёплой осенью формирования третьего поколения *Ph. issikii*. При этом значительная часть гусениц этого поколения не успевает завершить свое развитие и погибает из-за листопада и холодов [Осипова, 1995; Беднова, Белов, 1999; Гниненко, Козлова, 2008].

Сроки лёта *Ph. issikii* в разных частях ареала вида представлены в таблице 1. Из таблицы видно, что лёт бабочек первого поколения минёра в регионе-реципиенте варьирует от июня (страны Европы) до июля (большинство территорий РФ), второго поколения – с августа до сентября (для большинства территорий). В ряде мест (например, в Ленинградской [Тимофеева, 2014], Московской [Козлова, 2006; Гниненко, Козлова, 2007], Ульяновской [Ефремова, Мищенко, 2008] областях) второе поколение минёра многочисленнее первого.

Изменчивость количества генераций на северной границе распространения моли от-

мечена в Ярославской обл. [Клепиков, 2005] и Удмуртской Республике [Ермолаев, Мотошкова, 2008]. В зависимости от погодных условий здесь бывает либо одно, либо два поколения минёра. При этом в Удмуртии первое поколение всегда значительно более многочисленное, чем второе. Например, в 2015 г. количество мин второго поколения составило не более 30–40% от количества первого. То же было отмечено и для популяций минёра г. Екатеринбурга [Богачёва и др., 2018].

Цель представленной работы – оценить влияние количества генераций *Ph. issikii* в течение вегетации на динамику численности минёра в Удмуртской Республике.

Материал и методика

Работу провели в период 2001–2020 гг. на четырёх пробных площадях близ г. Ижевска. Описание пробных площадей было дано ранее [Ермолаев, Зорин, 2011; Ермолаев и др., 2011]. Плотность заселения *Ph. issikii* лип на пробной площади № 4 оценивали ежегодно на примере 150–160 модельных деревьев. Учёт проводили в период окукливания моли на трёх ветвях первого порядка нижнего яруса северной экспозиции каждого дерева. При этом на каждой ветви учитывали 50 листьев.

Дату раскрытия листьев липы у модельных деревьев на пробной площади № 4 фиксировали ежегодно.

Динамику выхода первого поколения бабочек *Ph. issikii* из популяций г. Перми, г. Уфы и с. Толбазы исследовали в 2019 г. Для этого 29–30 июня в каждом из указанных населённых пунктов с 20 модельных деревьев липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) были собраны листья с минами. Мины были вырезаны ножницами и помещены в пластиковые боксы в соответствии с номером модельного дерева. Выход молей фиксировали ежедневно в условиях полевой лаборатории на биостанции «Сива» Удмуртского государственного университета. В общей сложности было выведено 4372 экз. *Ph. issikii*.

При анализе погоды на пробных площадях был использован архив данных метеостанции г. Ижевска [Расписание погоды..., 2019]. Фото сделаны И.В. Ермолаевым.

Рассчитывали следующие показатели:

– плотность заселения индивидуального модельного дерева *Ph. issikii* = (общее число мин на трёх модельных ветвях нижнего яруса кроны) × (общее число листьев на этих ветвях)⁻¹, (мин на 100 листьев);

– продолжительность развития отдельного экземпляра моли = (дата выхода имаго) – (дата раскрытия листовых пластинок липы), (дней);

– сумма эффективной температуры [Мешкова, 2009], °С.

Во всех случаях рассчитывали среднее арифметическое значение и его ошибку. Статистическую обработку материала проводили стандартными методами [Ивантер, Коросов, 2011].

Результаты и их обсуждение

Важнейшее влияние на развитие генераций *Ph. issikii* оказывает географическое положение местообитания конкретной популяции минёра. Разная теплообеспеченность территорий может существенно сдвигать сроки развития поколения моли. Например, г. Уфа (54°74' с. ш., 55°96' в. д.) на 365 км южнее г. Перми (58°01' с. ш., 56°22' в. д.) и на 80 км севернее села Толбазы (54°01' с. ш., 55°89' в. д.). Как видно из рисунка 1, максимумы выхода бабочек уфинской и толбазинской популяций отличаются на сутки, тогда как уфинской и пермской популяций – уже

на 12 суток. Значительный интерес представляет изменчивость циклов развития минёра в конкретном регионе.

Исследование, проведённое в 2001–2005 гг. на трёх пробных площадях (№ 1, 2, 3) г. Ижевска, показало, что средняя продолжительность развития первой генерации моли сопоставима у разных полов и варьирует от 48.1±0.1 (пробная площадь № 1, 2004 г., самки) до 67.0±0.1 дней (пробная площадь № 3, 2001 г., самцы) (табл. 2). Столь значительные отклонения связаны как с разной степенью растянутости яйцекладки материнским поколением (продолжительность яйцекладки у самок *Ph. issikii* может составлять до трёх недель), так и различиями текущих погодных условий. Таким образом, продолжительность развития первого поколения *Ph. issikii* в Удмуртии – 6–9 недель. В то время как в Центральной Европе этот показатель составляет всего 5–7 недель [Šefrová, 2002].

Полученные материалы позволили рассчитать сумму эффективных температур, необходимую для развития первой генерации липовой моли-пестрянки близ г. Ижевска в 2001–2005 гг. (табл. 3). Расчёты сделаны для нижних порогов развития 7, 8, 9 и 10 °С.

Средняя сумма эффективных температур (при нижней пороговой температуре 10 °С) за пять лет на трёх пробных площадях для самцов составила 308.3±6.1, для самок – 307.5±6.2 °С.

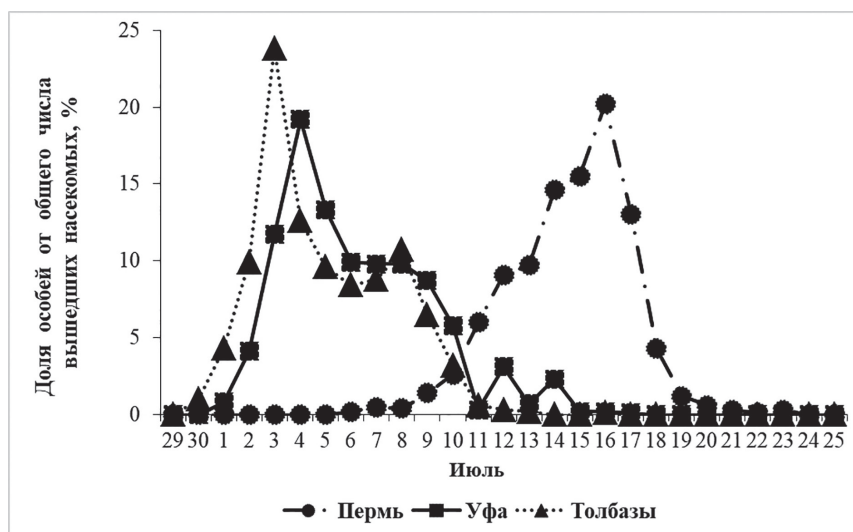


Рис. 1. Динамика выхода первого поколения бабочек *Ph. issikii* в пермской (n = 2170), уфинской (n = 1075) и толбазинской (n = 1127) популяциях минёра.

Таблица 2. Продолжительность развития (дни) первой генерации *Ph. issikii* близ г. Ижевска в 2001–2005 гг.

Пробная площадь	Пол	2001	2002	2003	2004	2005
№ 1	♂	65.5±0.1 n = 1173	62.5±0.1 n = 578	56.6±0.1 n = 1010	48.3±0.1 n = 710	60.5±0.1 n = 876
	♀	65.3±0.1 n = 1081	62.4±0.1 n = 636	56.5±0.1 n = 936	48.1±0.1 n = 806	60.2±0.1 n = 768
№ 2	♂	63.8±0.1 n = 958	64.8±0.1 n = 614	57.7±0.1 n = 862	50.4±0.1 n = 828	60.7±0.1 n = 795
	♀	63.7±0.1 n = 943	64.6±0.1 n = 587	57.5±0.1 n = 879	50.3±0.1 n = 835	60.5±0.1 n = 768
№ 3	♂	67.0±0.1 n = 439	61.5±0.1 n = 673	55.3±0.1 n = 1097	48.8±0.1 n = 800	59.5±0.1 n = 758
	♀	66.9±0.1 n = 455	61.4±0.1 N = 608	55.2±0.1 n = 1073	48.7±0.1 n = 797	59.2±0.1 n = 707

Таблица 3. Сумма эффективных температур (°C), необходимая для развития первой генерации *Ph. issikii* близ г. Ижевска в 2001–2005 гг.

Нижний порог развития	Пол	2001	2002	2003	2004	2005
Пробная площадь № 1						
10 °C	♂	268.5±0.6 n = 1173	324.0±0.4 n = 578	304.5±0.5 n = 1010	313.0±0.5 n = 710	322.7±0.2 n = 876
	♀	266.9±0.6 n = 1081	323.3±0.3 n = 636	303.9±0.5 n = 936	311.4±0.5 n = 806	322.2±0.2 n = 768
9 °C	♂	329.8±0.7 n = 1173	374.6±0.5 n = 578	352.9±0.6 n = 1010	357.9±0.5 n = 710	382.2±0.3 n = 876
	♀	327.8±0.7 n = 1081	373.8±0.4 n = 636	352.3±0.6 n = 936	356.1±0.5 n = 806	381.4±0.3 n = 768
8 °C	♂	393.9±0.8 n = 1173	426.5±0.6 n = 578	404.3±0.6 n = 1010	404.0±0.6 n = 710	442.5±0.3 n = 876
	♀	391.8±0.8 n = 1081	425.5±0.5 n = 636	403.6±0.6 n = 936	402.1±0.6 n = 806	441.4±0.3 n = 768
7 °C	♂	458.4±0.9 n = 1173	479.1±0.7 n = 578	458.5±0.7 n = 1010	450.3±0.7 n = 710	502.8±0.4 n = 876
	♀	456.1±0.9 n = 1081	477.9±0.6 n = 636	457.7±0.7 n = 936	448.1±0.6 n = 806	501.4±0.4 n = 768
Пробная площадь № 2						
10 °C	♂	258.1±0.4 n = 958	336.6±0.7 n = 614	313.5±0.7 n = 862	333.2±0.6 n = 828	323.1±0.2 n = 795
	♀	257.4±0.4 n = 943	335.2±0.7 n = 587	312.1±0.7 n = 879	332.2±0.5 n = 835	322.6±0.2 n = 768
9 °C	♂	317.9±0.5 n = 958	389.4±0.8 n = 614	363.1±0.8 n = 862	380.2±0.6 n = 828	382.7±0.3 n = 795
	♀	317.2±0.5 n = 943	387.8±0.8 n = 587	361.5±0.8 n = 879	379.0±0.6 n = 835	382.1±0.2 n = 768
8 °C	♂	380.2±0.6 n = 958	443.6±1.0 n = 614	415.6±0.8 n = 862	428.5±0.7 n = 828	443.1±0.3 n = 795
	♀	379.3±0.6 n = 943	441.8±0.9 n = 587	413.8±0.8 n = 879	427.2±0.6 n = 835	442.3±0.3 n = 768

Таблица 3. Окончание

7 °С	♂	443.0±0.7 n = 958	498.5±1.1 n=614	470.9±0.9 n = 862	476.9±0.7 n = 828	503.7±0.4 n = 795
	♀	442.0±0.6 n = 943	496.5±1.1 n=587	469.0±0.9 n = 879	475.5±0.7 n = 835	502.7±0.4 n = 768
Пробная площадь № 3						
10 °С	♂	275.9±0.8 n = 439	320.6±0.3 n = 673	293.1±0.5 n = 1097	317.5±0.5 n = 800	320.6±0.2 n = 758
	♀	275.5±0.8 n = 455	320.2±0.3 n = 608	292.1±0.5 n = 1073	317.3±0.5 n = 797	320.1±0.2 n = 707
9 °С	♂	338.8±0.9 n = 439	370.2±0.4 n = 673	340.3±0.5 n = 1097	362.9±0.5 n = 800	379.1±0.2 n = 758
	♀	337.9±1.0 n = 455	369.6±0.4 n = 608	339.0±0.6 n = 1073	362.6±0.5 n = 797	378.3±0.3 n = 707
8 °С	♂	404.4±1.1 n = 439	421.1±0.5 n = 673	390.4±0.6 n = 1097	409.5±0.6 n = 800	438.4±0.3 n = 758
	♀	403.7±1.1 n = 455	420.5±0.5 n = 608	389.0±0.6 n = 1073	409.2±0.6 n = 797	437.2±0.3 n = 707
7 °С	♂	470.4±1.2 n = 439	472.7±0.5 n = 673	443.3±0.6 n = 1097	456.3±0.6 n = 800	497.7±0.4 n = 758
	♀	469.6±1.2 n = 455	471.9±0.6 n = 608	441.8±0.7 n = 1073	456.0±0.6 n = 797	496.2±0.4 n = 707

Наше наблюдение за индивидуальными особями *Ph. issikii*, проведённое в 2017 г. на пробной площади № 4, показало, что развитие гусеницы происходило в течение 20.9±0.2 дней ($n = 66$). При пороговой температуре 10 °С сумма эффективных температур, не-

обходимая для прохождения стадии, составила 115.3±1.7 °С, при 9, 8 и 7 – 136.3±1.9, 157.1±2.1 и 177.9±2.3 °С, соответственно. Развитие куколки наблюдали в течение 12.8±0.2 дней ($n = 66$). При пороговой температуре 10 °С сумма эффективных температур,

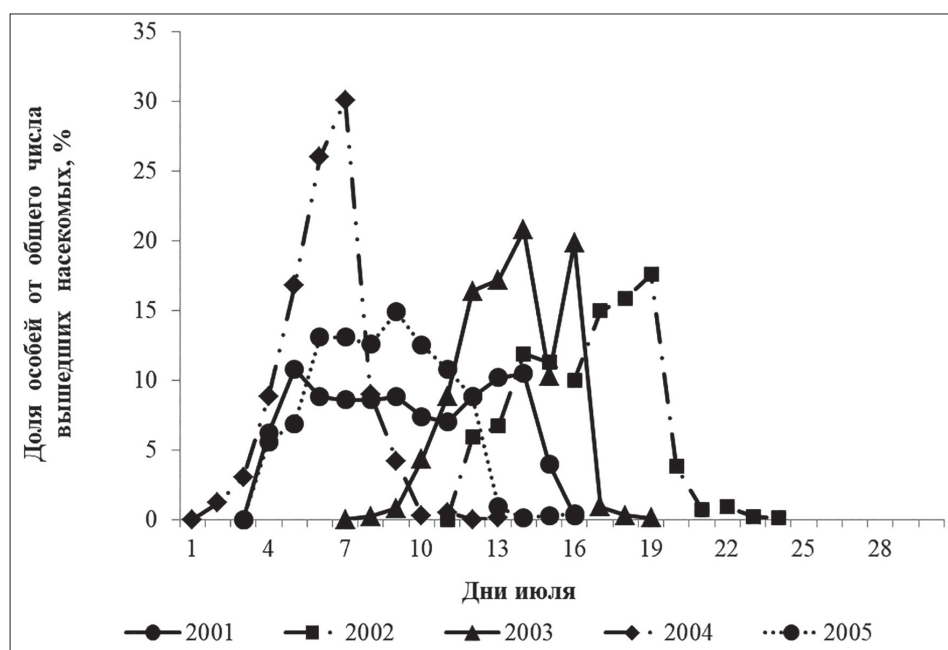


Рис. 2. Динамика выхода первого поколения бабочек *Ph. issikii* на пробной площади № 1 в 2001–2005 гг. Примечание: при расчёте в 2001 г. $n = 2254$, в 2002, 2003, 2004 и 2005 гг. – $n = 1222$, $n = 1953$, $n = 1508$ и $n = 1643$, соответственно.

Таблица 4. Сроки развития, количество генераций и плотность заселения липы (мин на 100 листьев) *Ph. issikii* на пробной площади № 4

Год	Дата раскрытия листьев липы	Дата, когда набирается 307 °С (при нижней пороговой температуре 10 °С)	Количество генераций моли	Плотность заселения липы первым поколением моли
2001	5 мая	15 июля	1	42.2±3.8
2002	15 мая	13 июля	1	135.6±10.3
2003	18 мая	14 июля	1	301.9±11.7
2004	19 мая	6 июля	1	634.8±18.8
2005	9 мая	2 июля	1	505.0±16.3
2006	17 мая	28 июня	2	584.3±18.4
2007	16 мая	3 июля	1	100.6±6.6
2008	16 мая	12 июля	1	150.5±9.6
2009	17 мая	9 июля	1	317.7±12.6
2010	11 мая	25 июня	2	57.0±4.4
2011	22 мая	6 июля	1	1.6±0.4
2012	29 мая	3 июля	1	52.3±4.6
2013	15 мая	26 июня	2	212.7±12.3
2014	13 мая	2 июля	1	146.1±10.8
2015	8 мая	22 июня	2	597.1±19.6
2016	5 мая	26 июня	2	99.6±7.0
2017	20 мая	21 июля	1	101.9±9.6
2018	18 мая	9 июля	1	647.2±19.8
2019	11 мая	7 июля	1	423.3±9.7
2020	9 мая	10 июля	1	400.8±14.2

необходимая для прохождения стадии, составила 117.1 ± 1.2 °С, при 9, 8 и 7 – 129.9 ± 1.3 , 142.7 ± 1.5 и 155.5 ± 1.6 °С, соответственно.

Существование второй генерации *Ph. issikii* в Удмуртии зависит от климатических особенностей сезона. Отдельные особи, развивающиеся во втором поколении, наблюдали ежегодно, однако численность их была низкой. Многие из них не успевали завершить своё развитие. Чётко выраженную вторую генерацию моли наблюдали при условии, что первая генерация бабочек успевала завершить своё развитие в третьей декаде июня (например, 2006, 2010, 2013, 2015 и 2016 гг.) (табл. 4). В случае если это происходило в июле (рис. 2, 3 и 4), то второго поколения не было. При этом большинство молей нового поколения в течение недели залезало в трещины коры липы и уходило в состояние диапаузы. Скопления бабочек находили на обратной стороне коры сухостойных хвойных деревьев на высоте 2 м и более (рис. 5). При формировании второго поколения *Ph. issikii*

продолжительность его развития составляла не менее 6–8 недель.

Механизм, обеспечивающий строгую синхронизацию сезонного цикла насекомого к локальным условиям в местах их обитания, как правило, чрезвычайно сложен [Саулич, 1999; Саулич, Волкович, 2004] и для *Ph. issikii* остаётся не изученным. Колебание числа поколений минёра в Удмуртии, по всей вероятности, является результатом влияния температуры на сдвиг календарных сроков развития. При этом гусеницы (реагирующие на фотопериодические условия) попадают на периоды с разной продолжительностью дня [Данилевский, 1961, с. 189].

Изменчивость фенологии оказывает влияние на динамику численности инвазионного вида. Наши наблюдения показали, что плотность заселения лип минёром в текущем году росла (2002, 2003, 2004, 2006, 2008, 2009, 2012, 2013, 2015, 2018 гг.), если в предыдущем сезоне было только одно поколение моли (табл. 4). Исключение из этого прави-

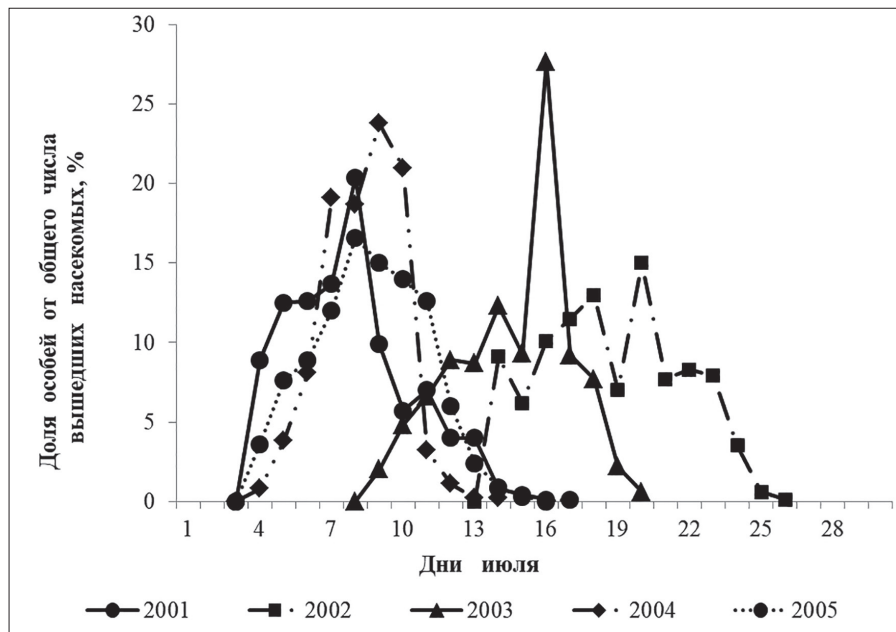


Рис. 3. Динамика выхода первого поколения бабочек *Ph. issikii* на пробной площади № 2 в 2001–2005 гг. Примечание: при расчёте в 2001 г. $n = 1911$, в 2002, 2003, 2004 и 2005 гг. – $n = 1211$, $n = 1761$, $n = 1669$ и $n = 1555$, соответственно.

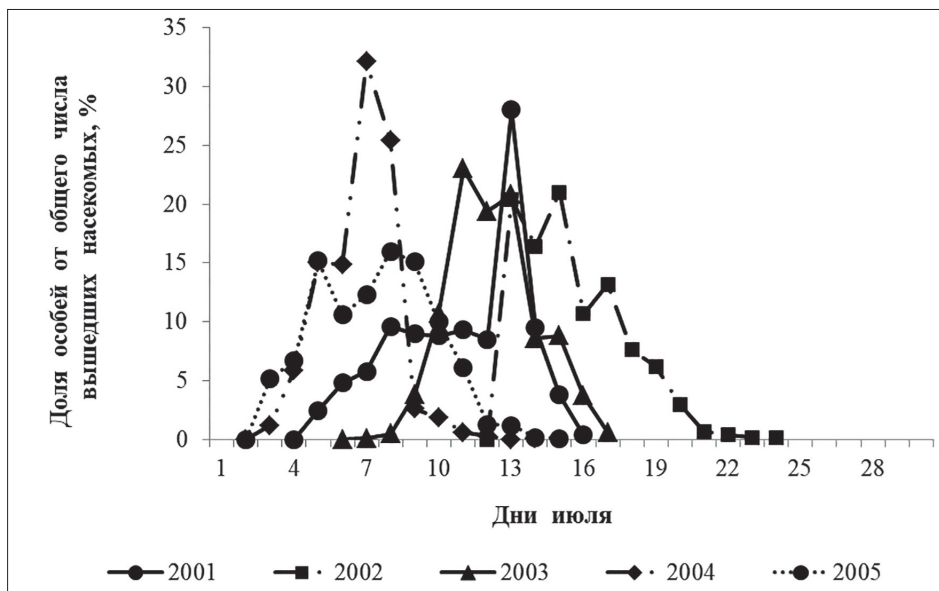


Рис. 4. Динамика выхода первого поколения бабочек *Ph. issikii* на пробной площади № 3 в 2001–2005 гг. Примечание: при расчёте в 2001 г. $n = 894$, в 2002, 2003, 2004 и 2005 гг. – $n = 1292$, $n = 2171$, $n = 1598$ и $n = 1465$, соответственно.

ла составили 2010 и 2019 гг. с экстремально жарким и холодным, дождливым летом, соответственно. Плотность *Ph. issikii* в текущем году падала (2007, 2011, 2014 и 2016 гг.), если в предыдущем сезоне было два поколения. Плотность минёра в текущем году может изменяться слабо, если в предыдущем году было как одно (2005 и 2020 гг.), так и два поколения (2017 г.).

Снижение численности *Ph. issikii* в год с двумя поколениями происходит по двум причинам.

1. Показатель фактической плодовитости (числа отложенных самкой *Ph. issikii* яиц) летом ниже, чем весной. Высокая среднесуточная температура в середине лета оказывает негативное влияние, как на продолжительность жизни, так и на плодовитость бабочек. Так, лабораторное исследование генерации минёра *Phyllonorycter ringoniella* (Matsumura, 1931), выращенной в контролируемых условиях при семи вариантах постоянной температуры, показало, что при снижении температуры воздуха с 32.3 до 15.6 °С, про-



Рис. 5. Бабочки *Ph. issikii*, ушедшие в диапаузу в начале августа на обратной стороне коры сухой ели (пробная площадь № 4, 5.08.2018).

должительность жизни самки росла с 6.3 до 18.3 дня, фактическая плодовитость – с 9.9 до 65.2 яйца, количество яиц, отложенных в течение суток – с 1.7 до 3.6 шт. [Geng, Jung, 2017]. В результате падения фактической плодовитости происходит существенное снижение количества образованных мин (максимум 30–40% от их весеннего количества).

2. Выживаемость второй генерации *Ph. issikii* существенно ниже, чем у первой. То же было показано при исследовании представителей других *Phyllonorycter*, развивавшихся в 1974 г. на дубе и берёзе в графстве Чешир (Англия) [Askew, Shaw, 1979]. Это связано с повышением концентрации энтомофагов в месте развития первого поколения моли. Результаты нашего исследования показали, что в 2015 г. средняя выживаемость минёра первого и второго поколения на пробной площади № 4 составила 88.4 и 45.5%, соответственно. Средняя смертность гусениц и куколок первой и второй генерации от паразитоидов была 1.0 и 17.6%, от факторов неизвестной природы – 10.6 и 36.9%, соот-

ветственно. Ранее нами было выявлено, что среди паразитоидов второе поколение *Ph. issikii* на указанной пробной площади успешно атакуют *Sympiesis acalle* (Walker, 1848), *S. gordius* (Walker, 1839), *S. sericeicornis* (Nees, 1834), *Chrysocharis laomedon* Walker, 1839 и *Minotetrastichus frontalis* Nees, 1834 (Hymenoptera, Eulophidae). Например, в 2015 г. преобладали *S. sericeicornis*, *M. frontalis* и *S. gordius*. Доля этих видов в общем комплексе паразитоидов составила 41.5, 24.4 и 21.9%, соответственно [Ермолаев и др., 2018б]. Значительное количество гусениц и куколок минёра было уничтожено хищниками: стафилином *Anthophagus caraboides* (Linnaeus, 1758) и клопом *Anthocoris nemorum* (Linnaeus, 1761) (Anthocoridae) (рис. 6 и 7).

При полном отсутствии эффективных факторов регуляции численности *Ph. issikii* в регионе-реципиенте [Ермолаев, 2014; Ермолаев, Рублёва, 2017] и, как следствие, выживаемости генераций от 53.2 до 89% [Ермолаев и др., 2011; 2018а; 2019] локальное направление динамики минёра зависит от числа



Рис. 6. Личинка клопа *Anthocoris nemorum* поедает гусеницу *Ph. issikii*



Рис. 7. Стафилин *Anthophagus caraboides* на мине *Ph. issikii*

зимующих бабочек. Количество зимующих особей, обеспечивающее рост плотности популяции минёра на территории Удмуртии, образуется при реализации моновольтинного цикла развития вида.

Благодарности

Выражаем благодарность С.Ю. Синёву, С.В. Барышниковой (Зоологический институт РАН) и А.В. Селиховкину (Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет) за поддержку работы на разных этапах её выполнения. Благодарим Н.В. Ижболдину и В.В. Курбатова за помощь в сборе и обработке части представленных материалов, а также В.Б. Голуб (Воронежский государственный университет), А.В. Шаврина (Daugavpils University, Institute of Systematic Biology, Latvia) за помощь в определении хищников минёра.

Финансирование работы

Работа выполнена в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки РФ (грант 1.1.2404).

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Соблюдение этических стандартов

Все экспериментальные протоколы были выполнены в соответствии с руководящими принципами ЕС по уходу и использованию лабораторных животных (86/609 / СЕЕ) и при соблюдении правил, утверждённых распоряжением Президиума АН СССР от 2 апреля 1980 N 12000-496 и приказом Минвуза СССР от 13 сентября 1984 N 22. Все усилия были предприняты, чтобы использовать только минимальное количество животных, необходимое для получения надёжных научных данных.

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.

Барышников 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.

Беднова О.В., Белов Д.А. Липовая моль-пестрянка (Lepidoptera, Gracillariidae) в зелёных насаждениях Москвы и Подмосковья // Лесной вестник. 1999. № 2. С. 172–177.

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.

Богачёва И.А., Замшина Г.А., Николаева Н.В. Массовые и многочисленные насекомые-филлофаги деревьев и кустарников Екатеринбурга // Фауна Урала и Сибири. 2018. № 1. С. 46–73.

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.

Данилевский А.С. Фотопериодизм и сезонное развитие насекомых. Л.: Изд-во Ленинградского университета. 1961. 243 с.

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.

Ермолаев В.П. Эколого-фаунистический обзор минирующих молей-пестрянок (Lepidoptera, Gracillariidae) Южного Приморья // Труды Зоологического института АН СССР. Фауна насекомых Дальнего Востока (сборник статей). 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., Ефремова З.А., Герасимова Н.А., Королёва Е.А., Лушников Н.Н., Петров А.И., Пчельников А.А. Паразитоиды (Hymenoptera) липовой

- моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii*, Lepidoptera, Gracillariidae) разных городов Российской Федерации и роль этих паразитоидов в смертности инвазивного вида // Зоологический журнал. 2019. Т. 98. № 4. С. 407–414.
- Ермолаев И.В., Ефремова З.А., Домрачев Т.Б. О влиянии паразитоидов (Hymenoptera, Eulophidae) на выживаемость липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii*, Lepidoptera, Gracillariidae) в Удмуртии // Зоологический журнал. 2018а. Т. 97. № 4. С. 401–407.
- Ермолаев И.В., Ефремова З.А., Ижболдина Н.В. Паразитоиды как фактор смертности липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii*, Lepidoptera, Gracillariidae) // Зоологический журнал. 2011. Т. 90. № 1. С. 24–32.
- Ермолаев И.В., Зорин Д.А. Особенности распределения липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) в естественных насаждениях // Зоологический журнал. 2011. Т. 90. № 10. С. 1193–1196.
- 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., Рублёва Е.А. История, скорость и факторы инвазии липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae) в Евразии // Российский журнал биологических инвазий. 2017. № 1. С. 2–19.
- Ермолаев И.В., Рублёва Е.А., Рысин С.Л., Ермолаева М.В. Кормовые растения липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae) // Российский журнал биологических инвазий. 2018б. № 2. С. 2–13.
- Ефремова З.А., Мищенко А.В. Комплекс наездников-паразитоидов (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. Динамика численности популяций доминирующих паразитоидов (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. Вып. 2. Ульяновск, 2002. С. 200–203.
- Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск: Изд-во Петрозаводский гос. университет, 2011. 302 с.
- 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.
- Клепиков М.А. Обзор фауны кривоусых крохоток-молей и молей-пестрянок (Lepidoptera: Bucculatricidae, Gracillariidae) Ярославской области // Эверсманния. Энтомологические исследования в Европейской России и соседних регионах. Тула: Гриф и К, 2005. Вып. 3–4. С. 56–62.
- Князев С.А., Кириченко Н.И., Барышникова С.В., Трибурти П. Первые сведения о таксономическом разнообразии минирующих молей семейства Gracillariidae (Insecta, Lepidoptera) в Омской области // Евразийский энтомологический журнал. 2018. № 17 (4). С. 261–272.
- 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: Сборник статей. М.: ВНИИЛМ, 2006. С. 75–77.
- Конусова О.Л., Михайлова С.И., Прокопьев А.С., Щепеткина С.А. Липовая моль-пестрянка – инвазивный вредитель в насаждениях Томска // Защита и карантин растений. 2019. № 10. С. 49–51.
- Коробков А.Г., Барышникова С.В. Молевидные чешуекрылые семейств Bucculatricidae, Gracillariidae, Lyonetiidae Удомельского района Тверской области // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Биология и экология». 2017. № 4. С. 71–78.
- 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. Сезонное развитие хвоелистогрызущих вредителей леса. Харьков: Планета-принт, 2009. 396 с.
- Мешкова В.Л. Достижения и задачи защиты леса в Украине // Вестник Поволжского государственного университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2014. № 2 (22). С. 5–20.
- Мешкова В.Л., Мікуліна В.В. Просторово-часова динаміка популяцій липового мінеру у зелених насадженнях Харківщини // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2012. Вип. 171. Част. 3. С. 159–166.
- Мищенко А.В. Новые данные о паразитизме наездников-эвлофид (Hymenoptera: Eulophidae) на моль-пестрянке *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera: Gracillariidae) – вредителе липы в Среднем Поволжье (Россия) // Кавказский энтомологический бюллетень. 2014. Том 10 (1). С. 131–136.
- Мищенко А.В. Наездники-эвлофиды (Hymenoptera: Eulophidae) – паразиты липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) в Среднем Поволжье // Инновационная наука. 2016. № 9. С. 35–39.
- 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.
- Ольшванг В.Н., Нуппонен К.Т., Лагунов А.В., Горбунов П.Ю. Чешуекрылые Ильменского заповедника. Екатеринбург: Ильменский гос. заповедник УрО РАН, 2004. 287 с.

- 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. Часть 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.
- Пинчук Т.С., Синчук О.В. Оценка повреждённости листовых пластинок лип липовой молью-пестрянкой (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) в условиях различных регионов Беларуси // Сборник работ 74-й научной конференции студентов и аспирантов Белорусского гос. университета: В 3 частях. Минск, 15–24 мая 2017 г. Минск: Минский гос. университет, 2017. С. 357–363.
- Расписание погоды (Электронный ресурс) // (<https://rp5.ru>). Проверено 16.04.2019.
- Саулич А.Х. Сезонное развитие насекомых и возможности их расселения. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 1999. 248 с.
- Саулич А.Х., Волкович Т.А. Экология фотопериодизма насекомых. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета. 2004. 276 с.
- 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. Вып. 200. 2012. 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.
- Сильчук О.І., Чумак П.Я., Вигера С.М., Ковальчук В.П., Лісовий М.М., Дмитрієва О.Є. Липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.) і її інвазійний фітофаг міль-строкатка (*Phyllonorycter issikii* Kumata) // Агроекологічний журнал. 2016. № 2. С. 134–138.
- Синчук О.В., Буга С.В. Анализ повреждённости листовых пластинок аборигенных и интродуцированных видов и форм лип (*Tilia* L.) личинками второй генерации липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) в условиях Беларуси // Защита растений: Сборник научных трудов. Минск: Колорград, 2016. Вып. 40. С. 269–277.
- Синчук О.В., Гончаров Д.А., Рогинский А.С., Трещева А.Б. Моли-пестрянки рода *Phyllonorycter* в условиях зелёных насаждений к.п. Нарочь // Итоги и перспективы развития энтомологии в Восточной Европе: Сборник статей II Международной научно-практической конференции, 6–8 сентября 2017 г. Минск. Минск: А.Н. Варакин, 2017. С. 389–398.
- Состояние зелёных насаждений в Москве (по данным мониторинга 2003 г.): Аналитический доклад. М.: Стагирит-Н, 2004. 224 с.
- Сусарев С.В. Новые виды микрочешуекрылых (Microlepidoptera) Мордовии // Труды Мордовского гос. заповедника им. П.Г. Смидовича. Вып. 12. Саранск: Пушта, 2014. 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.
- Тимофеева Ю.А., Селиховкин А.В., Мусолин Д.Л. Влияние видоспецифических особенностей липы на развитие липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Kumata) (Lepidoptera, Gracillariidae) // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Москва, 18–22 апреля 2016 г. Красноярск: Институт леса СО РАН, 2016. С. 224–225.
- Ухова Н.Л., Ольшванг В.Н. Беспозвоночные животные Висимского заповедника: Аннотированный список видов. Екатеринбург: «СК Ресурс»; Изд-во «Раритет», 2014. 284 с.
- Шибанова Ю.О., Хацкевич А.А., Боброва М.А. Заселённость липовой молью-пестрянкой липы мелколистной на второй генерации в условиях г. Минска // Биологическая осень 2017 (К году науки в Беларуси): Тезисы докладов международной конференции молодых учёных. Минск: Белорусский гос. университет, 2017. С. 293–295.
- 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.
- Шмытова И.В. Моли-пестрянки (Lepidoptera, Gracillariidae) Калужской области: видовой состав, трофические связи, морфология мин // Труды регионального конкурса научных проектов в области естественных наук. Калуга: Автономная некоммерческая организация Калужский научный центр, 2007. Вып. 11. С. 341–351.
- 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. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2011. С. 179.

- Askew R.R., Shaw M.R. Mortality factors affecting the leaf-mining stages of *Phyllonorycter* (Lepidoptera: Gracillariidae) on oak and birch. 1. Analysis of the mortality factors // Zoological Journal of the Linnean Society. 1979. Vol. 67. P. 31–49.
- Dobrosavljević J., Marković Č., Stojanović A. Contribution to the knowledge of *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae) in Serbia // Acta entomologica. 2018. Vol. 23. P. 1–8.
- 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 Leafminers. By Rob Edmunds etc. England // (<http://www.leafmines.co.uk/html/newsletter23.htm>). Проверено 16.04.2019.
- Gaedike R., Graf F., Kaiser C., Landeck I., Leutsch H., Nuss M., Stübner A., Wauer S. Aktuelle Daten zur Kleinschmetterlingsfauna von Sachsen mit Hinweisen zu anderen Bundesländern (Lep.) IV // Entomologische Nachrichten und Berichte. 2003. Bd. 47 (2). S. 77–80.
- Geng S., Jung C. Effect of temperature on longevity and fecundity of *Phyllonorycter ringoniella* (Lepidoptera: Gracillariidae) and its oviposition model // Journal of Asia-Pacific Entomology. 2017. Vol. 20. P. 1294–1300.
- 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.
- Huemer P., Erlebach S. Beitrag zur Kenntnis blattminierender Schmetterlinge (Lepidoptera) der Südoststeiermark, Österreich // Beiträge zur Entomofaunistik. 2003. Bd. 4. S. 107–113.
- Huisman K.J., Koster J.C., Muus T.S.T., van Nieuwerkerken 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.
- Kovács Z., Kovács S., Szabóky 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.
- 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.
- Matošević D. Prvi nalaz vrste *Phyllonorycter issikii* i rasprostranjenost invazivnih vrsta lisnih minera iz porodice Gracillariidae u Hrvatskoj // Šumarski institut, Jastrebarsko. 2007a. 42 (2). P. 127–142.
- Matošević D. Lisni mineri drvenastog bilja u hrvatskoj i njihovi parazitoidi Disertacija. Zagreb, 2007b. 195 s.
- Matošević D., Pernek M., Dubravac T., Barić B. Istraživanje faune lisnih minera drvenastog bilja u Hrvatskoj // Šumarski list. 2009. Vol. 133 (No. 7–8). S. 381–390.
- Matošević D., Pernek M. Strane i invazivne vrste fitofagnih kukaca u šumama Hrvatske i procjena njihove štetnosti // Šumarski list – posebni broj. 2011. S. 264–271.
- 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.
- Noreika R. *Phyllonorycter issikii* (Kumata) (Lepidoptera, Gracillariidae) in Lithuania // Acta Zoologica Lituonica. Entomologia. 1998. Vol. 8 (3). P. 34–37.
- Perny B. Lindenminiermotte *Phyllonorycter issikii*: Vorkommen in Österreich nach mehreren Verdachtsfällen nun bestätigt // Fortschritt Aktuell. 2007. Bd. 38. S. 9–11.
- Šefrová H. *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) – biometrics, ecological impact and spread in Europe (Lepidoptera, Gracillariidae) // Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. 2002. 50 (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 (2). P. 132–142.
- Segerer A. Der Lindenminierfalter *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) – ein wenig bekanntes Neozoon in Bayern – (Lepidoptera: Gracillariidae) // Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen. 2008. Bd. 57 (3/4). S. 75–78.
- Soika G., Łabanowski G. Organizmy inwazyjne wykrywane w polskich szkółkach. Instrukcja rozpoznawania roztoczy iowadów inwazyjnych na podstawie wyglądu i cech diagnostycznych. Skierniewice: Instytut Ogródnictwa, 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.
- Szabóky C., Csóka G. A hárslevél sátorosmoly (*Phyllonorycter issikii* Kumata, 1963, Lep. Gracillariidae) előfordulása Magyarországon // Növényvédelem. 2003. 39 (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.
- 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.

THE INFLUENCE OF GENERATIONS NUMBER ON THE DYNAMICS OF LIME LEAFMINER *PHYLLONORYCTER ISSIKII* (KUMATA, 1963) (LEPIDOPTERA, GRACILLARIIDAE) IN UDMURTIYA

© 2020 Ermolaev I.V.^{a, *}, Domrachev T.B.^b

^aTobolsk Complex Research Station of the Ural Branch of the RAS, Tobolsk 626152, Russia;

^bUdmurt State University, Izhevsk 426034, Russia;

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

The influence of the number of generations on the dynamics of lime leaf-miner *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) was investigated on four sample plots in the city of Izhevsk (Udmurtia) within the period from 2001 to 2020 for the first time. The existence of the second generation of the miner depends on the climatic features of the season. The second generation of *Ph. issikii* was observed under the condition that the first generation of the species managed to complete its development in the third decade of June. If this happened in July, there was no the second generation.

The variability of phenology influences the dynamics of the invasive species. The density of population of *Ph. issikii* grew in the current year, if in the previous season there was only one generation of miner. The figure fell, if in the previous season there were two generations.

The reduction of *Ph. issikii* density per year with two generations could occur due to a decrease in life span and the actual fecundity of females, as well as the survival rate of the second generation of the miner. This led to a significant reduction in the number of wintering moths.

Key words: lime leaf-miner, *Phyllonorycter issikii*, biological invasion, Udmurtiya.