
Изучение и реабилитация экосистем

THE STUDY AND REHABILITATION OF ECOSYSTEMS

УДК 574.91 : 595.782 : 632.78 : 632.7.04/.08 (476)

ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ ЛИЧИНКАМИ ЛИПОВОЙ МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ В НАСАЖДЕНИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН БЕЛАРУСИ В 2015–2019 гг.

О. В. СИНЧУК¹⁾, С. В. БУГА¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет,
пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

В 2015–2019 гг. исследования повреждаемости инвазивным чужеродным видом – липовой молью-пестрянкой (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963); Lepidoptera: Gracillariidae: Lithocolletinae) липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill., 1768; Malvaceae) выполнены в насаждениях Центрального ботанического сада НАН Беларуси (г. Минск). В период после завершения развития личинок первой генерации заселенность липовой молью-пестрянкой листовых пластинок нижней части крон в годы исследований не превышала 15 %, а по окончании развития личинок второй генерации – достигала 51 %. Значения данного показателя для разных лет исследований в ряде случаев различались более чем на порядок. Количество индивидуальных мин личинок *Ph. issikii* на

Образец цитирования:

Синчук ОВ, Буга СВ. Повреждаемость листовых пластинок липы мелколистной личинками липовой моли-пестрянки в насаждениях Центрального ботанического сада НАН Беларуси в 2015–2019 гг. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2020;3:16–23.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2020-3-16-23>

For citation:

Sinchuk AV, Buga SV. Damage to sheet blades of small-leaved lime of larvae of the lime leaf miner in the green stands of the Central Botanical Garden National Academy of Sciences of Belarus in 2015–2019. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2020;3:16–23. Russian.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2020-3-16-23>

Авторы:

Олег Викторович Синчук – старший преподаватель кафедры зоологии биологического факультета; заместитель начальника главного управления науки; начальник отдела организации и сопровождения инновационной деятельности.
Сергей Владимирович Буга – доктор биологических наук, профессор; заведующий кафедрой зоологии биологического факультета.

Authors:

Aleh V. Sinchuk, senior lecturer at the department of zoology, faculty of biology; deputy head of the main department of science; head of the department of organization and support of innovation activities.
aleh.sinchuk@gmail.com
Sergey V. Buga, doctor of science (biology), full professor; head at the department of zoology, faculty of biology.
sergey.buga@gmail.com

заселенных листовых пластинках *T. cordata* в период по окончании развития личинок первой генерации варьировало от 1 до 6 на лист, по завершении развития личинок второй генерации – от 1 до 19 на лист. Между первой и второй генерацией во все годы исследований отмечены статистически достоверные ($P<0,05$) различия. Площадь индивидуальных мин личинок первого поколения *Ph. issikii* была статистически достоверно больше та-ковой личинок второго поколения в 2015, 2017 и 2018 гг. Суммарная площадь индивидуальных мин на отдельных листовых пластинках в период по окончании развития личинок первой генерации варьировала по годам: минимальные значения констатированы для 2015 г. ($0,97\pm0,06 \text{ см}^2$), максимальные – для 2018 г. ($1,51\pm0,10 \text{ см}^2$). По завершении развития второй генерации минимальные значения отмечены в 2016 г. ($1,45\pm0,13 \text{ см}^2$), а максимальные – в 2018 г. ($2,90\pm0,27 \text{ см}^2$). Относительная площадь поврежденной листовой поверхности в период по окончании развития личинок первого поколения в годы исследований удерживались в диапазоне 3–5 %, второго поколения – не превышала 10 %. Данный уровень значений показателя соответствовал существенной потере растениями декоративности вследствие визуально легко выявляемых повреждений листовых пластинок и досрочной (в конце августа) дефолиации крон.

Ключевые слова: *Phyllonorycter issikii*; инвазивные виды; декоративные зеленые насаждения; площадь листовых мин; заселенность листовых пластинок.

DAMAGE TO SHEET BLADES OF SMALL-LEAVED LIME OF LARVAE OF THE LIME LEAF MINER IN THE GREEN STANDS OF THE CENTRAL BOTANICAL GARDEN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS IN 2015–2019

A. V. SINCHUK^a, S. V. BUGA^a

^a*Belarusian State University,
4 Niezaliežnasci Avenue, 220030, Minsk 220030, Belarus
Corresponding author: A. V. Sinchuk (aleh.sinchuk@gmail.com)*

Studies on damage of small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill., 1768; Malvaceae) by invasive alien species, lime leaf miner (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963); Lepidoptera: Gracillariidae: Lithocolletinae), were carried out in the Central Botanical Gardens of the National Academy of Sciences of Belarus in Minsk throughout 2015–2019. During the period after the end of development of the first generation larvae, in the lower part of crowns less than 15% of leaf blades were inhabited, but after the end of development of the second generation larvae more than 51 % of ones were colonized by the miner. The values of the parameter in some cases varied significantly. The number of individual mines of *Ph. issikii* on leaf blades of *T. cordata* during the period after completion of development of larvae of the first generation varied from 1 to 6 per leaf, after completion of development of larvae of the second generation – from 1 to 19 per leaf, statistically significant ($p<0.05$) differences between them registered every year. The square of individual mines of the first generation larvae was statistically significantly larger than the ones of the second generation larvae in 2015, 2017 and 2018. The total area of individual mines on separate leaf blades after the completion of larval development of the first generation of lime leaf miner, varied by year, the minimum values were registered in 2015 ($0.97 \pm 0.06 \text{ cm}^2$), the maximum values in 2018 ($1.51 \pm 0.10 \text{ cm}^2$). After the completion of larval development of the second generation, the minimum values were registered in 2016 ($1.45\pm0.13 \text{ cm}^2$) and the maximum in 2018 ($2.90\pm0.27 \text{ cm}^2$). The relative square of the damaged leaf area after the completion of larval development of the first generation of lime leaf miner in the years of research varied in the range of 3–5 %, after the completion of larval development of the second generation did not exceed 10 %. However, this level of the values corresponded to a significant decorative effect loss of plants due to easily noticeable damages of leaf blades and early (at the end of August) crown defoliation.

Keywords: *Phyllonorycter issikii*; invasive species; decorative green stands; leaf mine square; colonization of leaf blades.

Введение

Проблема неконтролируемых инвазий в настоящее время относится к числу глобальных экологических проблем и все более актуальна для Республики Беларусь [1]. С целью популяризации информации о наиболее вредоносных и широко распространенных чужеродных видах, экспансия которых имеет очевидное экологическое, экономическое и/или социальное последствие, была подготовлена и издана в 2016 г. «Черная книга инвазивных видов животных Беларусь» [2].

Среди внесенных в издание инвайдеров многие являются вредителями декоративных зеленых насаждений. В частности, липовая моль-пестрянка (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963); Lepidoptera: Gracillariidae: Lithocolletinae), локализуясь в разного типа древесных насаждениях, повсеместно вредит мелколистной, сердцелистной, или зимней (*Tilia cordata* Mill., 1768), а также крупнолистной (*Tilia platyphyllos* Scop., 1772)

липам [3]. Личинки *Ph. issikii* являются специализированными эндобионтами, развивающиеся поодиночке в камерах (минах) в паренхиме листовых пластинок лип (*Tilia L.*). При высокой плотности фитофага изредка ими заселяются также прицветные листья соцветий.

Липовая моль-пестрянка имеет дальневосточное происхождение. Впервые данный минер был обнаружен Л. В. Токаревой 23 июля 1932 г. в г. Уссурийске [4], однако описал его как новый для науки вид в 1963 г. Т. Кумата [5], указывая такие острова, как Хоккайдо, Хонсю и Кюсю.

В Европу, как предполагается, липовая моль-пестрянка попала либо с интродуцированными растениями, либо с транзитным грузом в 1980–1984 гг. [6]. В 1985 г. данный минер был обнаружен в зеленых насаждениях г. Москвы [7]. В дальнейшем инвайдер осуществлял экспансию по регионам произрастания представителей рода *Tilia* как на запад, так и на восток [6]. По литературным данным [8], на территории Беларуси липовая моль-пестрянка впервые отмечена в 1998 г. К настоящему времени данный чужеродный для фауны вид распространен по всей территории страны [3; 9].

Основным кормовым растением липовой моли-пестрянки в условиях Беларуси является липа мелколистная (*T. cordata*), которая не только широко представлена в зеленых насаждениях населенных пунктов, но и относится к числу лесообразующих пород [10]. Согласно кадастру [11], древостои липы мелколистной занимают 7 717,2 га. При этом их наибольшие площади сосредоточены в Могилевской (3 558,9 га) и Витебской (1 979,0 га) областях, в том числе – в Мстиславском (755,8 га), Климовичском (547,3 га) и Го-рецком (464,1 га) районах.

В декоративных зеленых насаждениях массовое заселение листвы липовой молью-пестрянкой нарушает эстетический вид декоративных посадок. Мини личинок старших возрастов очевидным образом контрастируют окраской с неповрежденными участками листовых пластинок, благодаря чему легко бро-саются в глаза сторонним наблюдателям. При вспышках массового размножения вредителя отмечается ранняя дефолиация [12], регистрируется существенное уменьшение числа цветков на 1 погонный метр ветвей, что сопровождается уменьшением продукции нектара [13]. Разница между количеством цветков на 1 погонный метр ветвей между экземплярами *T. cordata* с заселенностью личинками *Ph. issikii* с уровнями менее 1 мины на лист и более 3 мин на лист более чем двукратная [14]. Также меньшим оказывается регистрируемый годичный радиальный прирост древесины [13].

Очевидное значение липовой моли-пестрянки в качестве вредителя липы мелколистной как ценной древесной породы лесных и декоративных насаждений является важным аргументом для изучения особенностей биологии и экологии данного инвайдера в условиях вторичного ареала, в частности, регионов Беларуси. В результате был выполнен анализ многолетних данных по повреждаемости листовых пластинок *T. cordata* личинками *Ph. issikii* в зеленых насаждениях с целью оценки их экологической характеристики как индикатора эффективности натурализации чужеродного вида в новых для него условиях среды обитания.

Материалы и методы исследования

Исследования выполнялись в 2015–2019 гг. на базе арборетума (дэндрария) Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (г. Минск). Имеющиеся здесь аллельные посадки липы мелколистной подвергались стандартному, не меняющемуся из года в год, набору мероприятий по уходу за насаждениями. В итоге стабильными оставались такие факторы, как характер и уровень техногенной, антропогенной нагрузки на насаждения. К завершению развития личинок 1-й (конец июня – начало июля) и 2-й (конец августа – конец сентября) генераций из нижнего яруса крон формировали выборку листовых пластинок липы, которые гербариизировали по стандартной методике [15]. Анализ предусматривал выявление заселенности листвьев нижнего яруса крон личинками липовой моли-пестрянки, для чего среди 100 рандомизировано отобранных листовых пластинок регистрировали долю поврежденных, несущих мины *Ph. issikii*. Полученные с помощью планшетных сканеров Epson Perfection 4180 Photo и Canon 9000F Mark II изображения (разрешение 300 dpi) подвергали компьютерной обработке средствами специализированного графического редактора ImageJ [16] и определяли площади отдельных мин. В целом анализ материалов предусматривал установление среднего числа мин на отдельных листовых пластинках, среднюю площадь отдельных мин, общую (суммарную) площадь всех мин на отдельных листовых пластинках, а также относительную поврежденность листовых пластинок (отношение общей площади мин к площади всей листовой пластинки). Для каждой из выборок рассчитаны средние арифметические значения, построены столбчатые диаграммы с планками погрешности в целях визуализации данных (в качестве доверительного интервала для полученных значений использована стандартная ошибка средней). Исходя из характера анализируемых показателей (среди них присутствуют относительные переменные) и распределения данных в выборочных совокупностях, для анализа использовали непараметрическую статистику

Уилксона – Манна – Уитни [17], статистически достоверными считались различия при $p < 0,05$. Расчеты выполнены средствами R 3.6.3, RStudio Desktop 1.2.5042 [18], визуализация данных – Microsoft Office Excel [19].

Результаты исследования и их обсуждение

Среднее значение показателя заселенности по окончании развития личинок *Ph. issikii* первой генерации составляли: 2015 г. – 3 %, 2016 г. – 1, 2017 г. – 7, 2018 г. – 15, 2019 г. – 10 % (рис. 1). По завершении развития личинок второй генерации заселенность листовых пластинок составляла в 2015 г. – 25–50 %, 2016 г. – 2–46, 2017 г. – 32, 2018 г. – 51, в 2019 г. – 40 %.

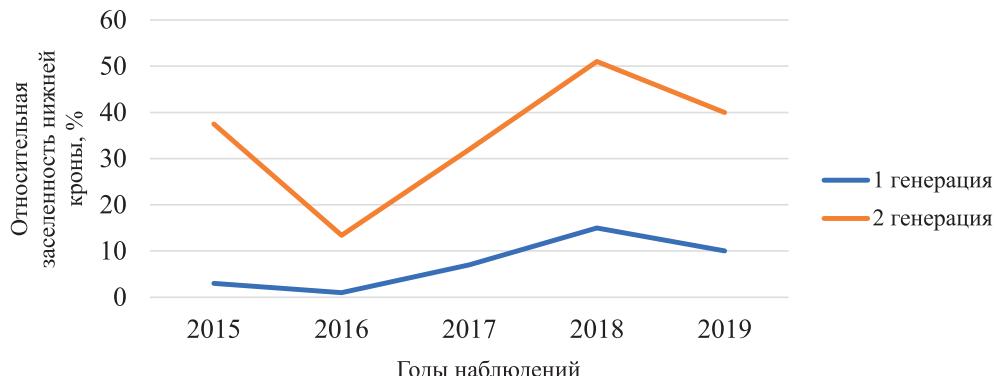


Рис. 1. Средние значения показателя относительной заселенности личинками липовой моли-пестрянки листовых пластинок липы мелколистной (насаждения Центрального ботанического сада НАН Беларусь, г. Минск, 2015–2019 гг.)

Fig. 1. Average values of the indicator of the relative population of lime leaf miner larvae of leaf blades of the small-leaved lime (greenbelt of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, 2015–2019)

Таким образом, для первой генерации наблюдались различия данных для разных лет более чем на порядок (в частности, для 2016 и 2018 г.), что может указывать на разный уровень смертности насекомых (имаго) во время зимовки (резкие перепады температур), то есть различный размер выжившего к весне зимующего запаса популяции в разные годы. Полученные данные позволили установить, что заселенность липовой молью-пестрянкой листовых пластинок нижней части крон липы мелколистной весьма критична, а в отдельных случаях и для сохранения эстетических качеств растений в декоративных насаждениях, поскольку именно здесь повреждения (мины) визуально легко обнаружимы.

Количество мин на листовых пластинках также было различным в разные годы. Так, в период окончания развития личинок первого поколения *Ph. issikii* в 2015 и 2016 гг. регистрировались 1–3 мины, в 2017 г. – 1–2, в 2018 г. и 2019 г. – 1–6 мин на листовую пластинку, тогда как во втором – в 2015 г. отмечалось от 1 до 19 мин, в 2016 г. – 1–8, в 2017 г. – 1–4, в 2018 г. – 1–17, в 2019 г. – 1–13 мин (рис. 2).

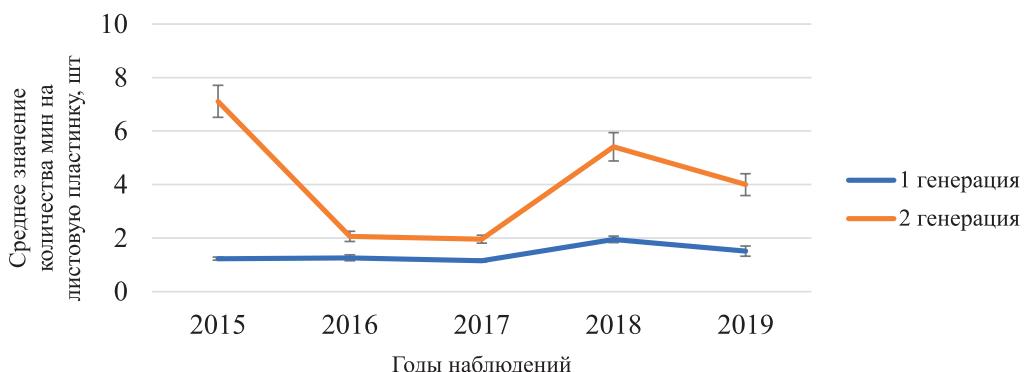


Рис. 2. Количество индивидуальных мин личинок липовой моли-пестрянки на поврежденных листовых пластинках липы мелколистной (насаждения Центрального ботанического сада НАН Беларусь, г. Минск, 2015–2019 гг.)

Fig. 2. The number of individual mines of lime leaf miner larvae on the damaged leaf blades of the small-leaved lime (greenbelt of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, 2015–2019)

Таким образом, значение числа мин для отдельных листовых пластинок демонстрировали меньший разброс по окончании развития личинок первой генерации, нежели второй. На период окончания развития личинок первого поколения липовой моли-пестрянки для показателя количества мин на отдельной листовой пластинке отмечены достоверные различия значений для 2018 г. (наблюдались максимальные

средние значения) и остальных лет исследований. По завершении развития личинок второго поколения различия были достоверны между всеми сезонами, кроме 2015 и 2018 гг., 2016 и 2017 гг. Между периодами завершения развития первой и второй генераций отмечены достоверные различия значений данного показателя во все годы исследований.

Значения показателя площади индивидуальных мин, формируемых отдельными личинками липовой моли-пестрянки, варьировали в течение вегетативных сезонов 2015–2019 гг. (рис. 3). Анализ данных за 5 лет исследований позволил установить, что средняя площадь мин по окончанию развития первого поколения минера составляла $0,84 \pm 0,04 \text{ см}^2$. Достоверно различаются выборочные совокупности значений площади отдельных мин в 2015 и 2019 г., 2018 и 2019 г. Данные на период по окончании развития личинок второй генерации демонстрировали высокую вариабельность значений показателя площади отдельных мин, что может быть обусловлено гибелю личинок во 2–4-ом возрастах вследствие воздействия энтомофагов, патогенов, неблагоприятного действия других биотических и абиотических факторов. Отмечены достоверные различия между выборочными совокупностями значений показателя между всеми сезонами, исключая 2016 и 2019 гг.

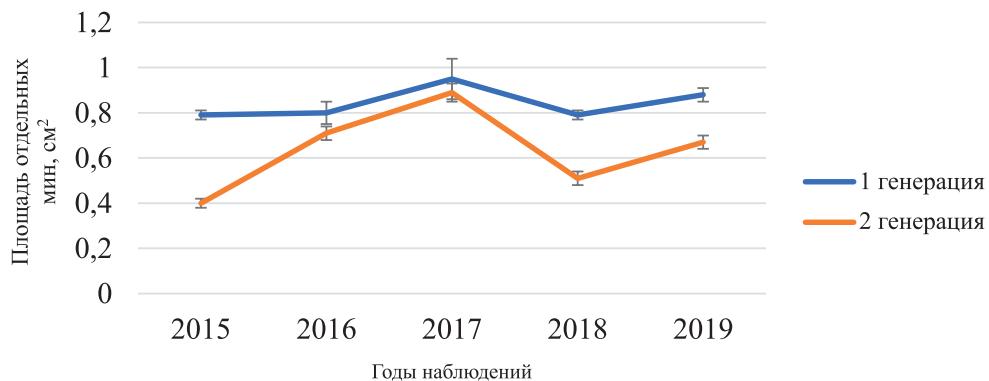


Рис. 3. Площадь индивидуальных мин, сформированных отдельными личинками липовой моли-пестрянки на листовых пластинках липы мелколистной (насаждения Центрального ботанического сада НАН Беларусь, г. Минск, 2015–2019 гг.)

Fig. 3. Figure 3. The area of individual mines formed by individual of lime leaf miner larvae on the leaf blades of the small-leaved lime (greenbelt of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, 2015–2019)

Суммарная площадь индивидуальных мин на отдельных листовых пластинках в период по окончании развития личинок первой генерации также варьировала по годам: в 2015 г. – $0,97 \pm 0,06$ см², 2016 г. – $1,00 \pm 0,11$ см², 2017 г. – $1,09 \pm 0,11$ см², 2018 г. – $1,51 \pm 0,10$ см², в 2019 г. – $1,14 \pm 0,10$ см² (рис. 4). Достоверные различия между выборочными совокупностями отмечены для 2018 и 2015 г., 2018 и 2019 г.

В период по окончании развития личинок *Ph. issikii* второй генерации суммарная площадь повреждений составляла: в 2015 г. – $2,87 \pm 0,20$ см², 2016 г. – $1,45 \pm 0,13$ см², 2017 г. – $1,76 \pm 0,18$ см², 2018 г. – $2,90 \pm 0,27$ см², в 2019 г. – $2,59 \pm 0,32$ см² (рис. 4). Достоверными различиями между выборочными совокупностями были для 2015 и 2016, 2015 и 2017, 2016 и 2018, 2016 и 2019, 2017 и 2018 гг. Пики и спады для показателей 1 и 2-й генерации вредителя статистически синхронны за исключением 2015 г.

Данные по суммарной площади поврежденной (занятой минами) листовой поверхности можно дифференцировать по 2 группам статистически достоверно различающихся значений 2015 г., 2018, 2019 г., а также 2016 и 2017 гг., что, возможно, связано с особенностями данных сезонов вегетации, которые не являются очевидными.

Для всех вегетационных сезонов, исключая 2016 г., различия между суммарной площадью поврежденной (занятой минами) листовой поверхности по окончании развития личинок первой и второй генераций липовой моли-пестрянки были статистически достоверны. Отсутствие значимых различий для 2016 г. хорошо согласуется с незначительным в том году приростом к осени среднего числа мин на отдельных листовых пластинах.

Относительная площадь поврежденной листовой поверхности в период после завершения развития личинок первого поколения в 2015 г. составила $4,31 \pm 0,43 \%$, 2016 г. – $3,31 \pm 0,37 \%$, 2017 г. – $4,31 \pm 0,40 \%$, 2018 г. – $4,97 \pm 0,34 \%$, в 2019 г. – $4,02 \pm 0,34 \%$ (рис. 5). Таким образом, значения данного показателя удерживались на уровне примерно 3–5 %, статистически достоверными были различия между его значениями для 2016 и 2018 гг.

По окончании развития личинок второго поколения липовой моли-пестрянки в 2015 г. относительная поврежденность составляла $8.92 \pm 0.70\%$, 2016 г. – $4.22 \pm 0.29\%$, 2017 г. – $4.55 \pm 0.52\%$, 2018 г. – $7.80 \pm 0.73\%$,

в 2019 г. – $5,26 \pm 0,56\%$ (рис. 5). Достоверные различия ($p < 0,05$) отмечены для выборочных совокупностей 2015 г. и 2016 г., 2017 г., 2019 г.; 2018 г. и 2016 г., 2017 г., 2019 г. Как следует из рис. 4, наибольшая относительная поврежденность отмечается в 2015 и 2018 гг.

В пределах сезона отмечены статистически достоверные различия ($p < 0,05$) этих показателей в периоды завершения личинок первой и второй генераций *Ph. issikii* в 2015 и 2018 гг.

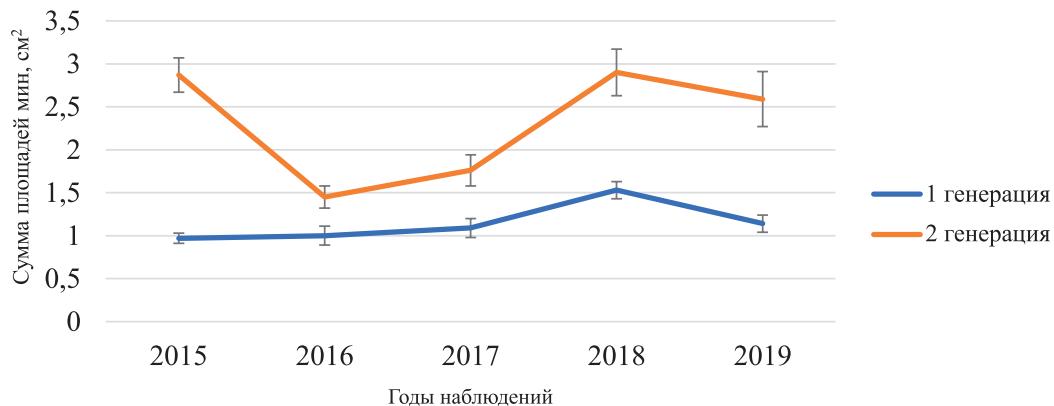


Рис. 4. Сумма площадей мин, сформированных личинками липовой моли-пестрянки на отдельных листовых пластинках липах мелколистной (насаждения Центрального ботанического сада НАН Беларусь, г. Минск, 2015–2019 гг.)

Fig. 4. The sum of the areas of leaf mines formed by lime leaf miner larvae on individual leaf blades of small-leaved lime (greenbelt of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, 2015–2019)

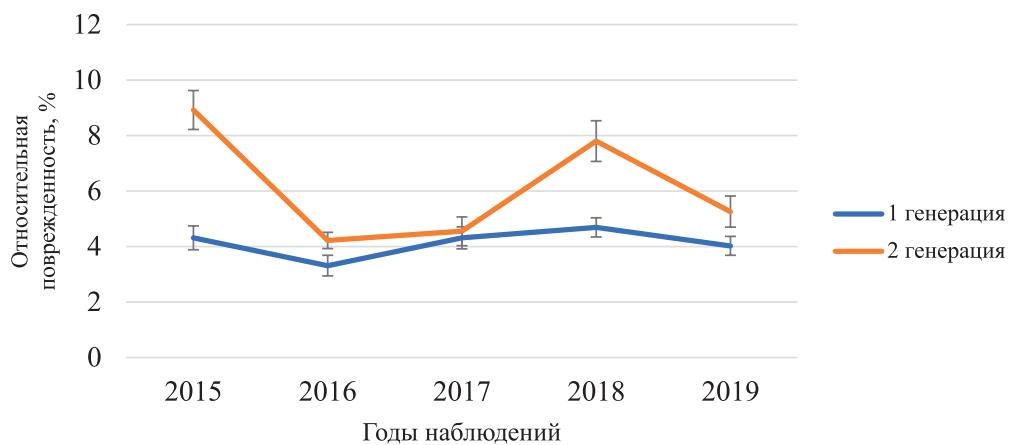


Рис. 5. Относительная площадь поврежденной листовой поверхности (относительная поврежденность листовых пластинок) липы мелколистной личинками липовой моли-пестрянки (насаждения Центрального ботанического сада НАН Беларусь, г. Минск, 2015–2019 гг.)

Fig. 5. The relative area of the damaged leaf surface (relative damage to the leaf blades) of the small-leaved lime of lime leaf miner larvae (greenbelt of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, 2015–2019)

Таким образом, по результатам 5-летних оценок заселения листовых пластинок липы мелколистной липовой молью-пестрянкой констатированы осцилляции для большинства рассмотренных показателей. Значения показателя заселенности листовых пластинок в некоторых случаях превышали 50 %. По завершении развития личинок первого поколения средняя площадь сформировавшихся мин составляет $0,84 \pm 0,04 \text{ cm}^2$, в то время как средние размеры мин, регистрируемых по завершении развития личинок второго поколения, меньше, что может быть связано с их (мин) недоразвитием вследствие гибели личинок на 2–4 возрастах, причем вскрытие зачастую не выявляет присутствие энтомофагов и мицелия грибов. Наибольшее значение показателя суммарной площади мин на отдельной листовой пластинке (суммарной площади поврежденной листовой поверхности) и относительной поврежденности листовых пластинок (относительной площади поврежденной листовой поверхности) отмечены в вегетационные сезоны 2015 и 2018 гг. Значение показателя относительной поврежденности не превышало 10 %, что соответствует формированию 3–4 мин, при этом регистрируется ранняя дефолиация уже с августа, которая усугубляет потерю растениями декоративности за счет присутствия визуально выявляемых повреждений.

Заключение

Исследования проводились в 2015–2019 гг. на базе Центрального ботанического сада НАН Беларуси (г. Минск). По результатам анализа повреждаемости листовых пластинок липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill., 1768; Malvaceae) липовой молью-пестрянкой (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963); Lepidoptera: Gracillariidae: Lithocolletinae), являющейся чужеродным инвазивным видом фауны Беларуси, нами сделаны следующие выводы:

1. Заселенность липовой молью-пестрянкой листовых пластинок нижней части крон в годы исследований в период по окончании развития личинок первой генерации удерживалась на уровне до 15 %, тогда как по завершении развития личинок второй генерации – достигала 51 %. Значения в разные годы исследований в ряде случаев различались более чем на порядок, что указывает на широкий диапазон данного показателя для кормового ресурса популяций данного фитофага в условиях ЦБС НАН Беларуси.

2. Количество отдельных (индивидуальных) мин личинок липовой моли-пестрянки на заселенных листовых пластинках липы мелколистной в период по завершении развития личинок первой генерации варьировало в диапазоне от 1 до 6 на лист, по окончании развития личинок второй генерации – от 1 по 19 на лист, что отражено в значениях данных параметров, между которыми выявлены статистически достоверные ($p<0,05$) различия во все годы исследований.

3. Площадь отдельных (индивидуальных) мин личинок первого поколения *Ph. issikii* была статистически достоверно ($p<0,05$) больше таковой личинок второго поколения в 2015, 2017 и 2018 гг., что может определяться более высокой их смертностью во 2-ом, 3-ем, 4-ом возрастах вследствие воздействия на них биотических и абиотических факторов среды в летне-осенний период данных вегетационных сезонов.

4. Суммарная площадь индивидуальных мин на отдельных листовых пластинках в период по окончании развития личинок первой генерации варьировала по годам: минимальные значения характерные для 2015 г. ($0,97\pm0,06$ см²), максимальные – для 2018 г. ($1,51\pm0,10$ см²). В период по окончании развития второй генерации минимальные зарегистрированы для 2016 г. ($1,45\pm0,13$ см²), максимальные – для 2018 г. ($2,90\pm0,27$ см²).

5. Относительная площадь поврежденной листовой поверхности в период по завершении развития личинок первого поколения в годы исследований удерживались в диапазоне 3–5 %, второго поколения – не превышала 10 %. Данный уровень значений показателя соотносился с существенной потерей растениями декоративности как за счет наличия визуально легко выявляемых повреждений листовых пластинок, так и досрочной (в конце августа) дефолиации крон.

Библиографические ссылки

1. Семенченко ВП. Чужеродные виды животных в естественных экосистемах Беларуси. *Наука и инновации*. 2018;7(185):20–25.
2. Алекснович АВ, Буга СВ, Дробенков СМ. и др. *Черная книга инвазивных видов животных Беларуси*. Минск: Беларуская наука; 2016. 105 с.
3. Синчук ОВ, Буга СВ. Современное распространение липовой и нижнесторонней белоакацневой минирующей молей-пестрянок (Lepidoptera: Gracillariidae) на территории Беларуси. *Природные ресурсы*. 2017;1:133–141.
4. Ермолов ВП. Эколо-фаунистический обзор минирующих молей-пестрянок (Lepidoptera, Gracillariidae) Южного Приморья, В: *Фауна насекомых Дальнего Востока. Труды Зоологического института АН СССР*. Ленинград: ЗИН АН СССР; 1977. Том 70. с. 98–116.
5. Kumata T. Taxonomic studies on the Lithocolletinae of Japan (Lepidoptera: Gracillariidae). *Insecta Matsumurana*. 1963;25(1–2):53–90.
6. Ермолов ИВ, Рублева ЕА. История, скорость и факторы инвазии липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae) в Евразии. *Российский журнал биологических инвазий*. 2017;10(1):2–19.
7. Беднова ОВ, Белов ДА. Липовая моль-пестрянка (Lepidoptera, Gracillariidae) в зелёных насаждениях Москвы и Подмосковья. *Лесной вестник*. 1999;2: 172–177.
8. Buszko J, Šefrova H, Laštůvka Z. Invasive species of Lithocolletinae in Europe and their spreading (Gracillariidae). In: *XIIth European Congress of Lepidopterology. Białowieża (Poland). 29 May – 2 June 2000. Programme and abstracts. List of participants*. Białowieża: [publisher unknown]; 2000. p. 22–23.
9. Синчук ОВ, Буга СВ. Анализ поврежденности листовых пластинок аборигенных и интродуцированных видов и форм лип (*Tilia L.*) личинками второй генерации липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) в условиях Беларуси. *Захиста растений*. 2016; 40:269–277.
10. Нестерович НД, Маргайлик ГИ. Отношение древесных растений к свету. *Известия АН БССР. Серия биологических наук*. 1965;3:15–20.
11. Масловский ОМ, Левкович АВ, Сысой ИП. и др. *Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь. Основы кадастра. Первичное обследование 2002–2017 гг.* Минск: Беларуская наука, 2019. 599 с.
12. Ермолов ИВ. О трофической специализации липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae). *Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле*. 2016;26(4):60–68.
13. Кириченко НИ. Липовая моль-пестрянка *Phyllonorycter issikii* в западной Сибири: некоторые экологические характеристики популяции недавнего инвайдера. *Сибирский экологический журнал*. 2013;6:813–822.
14. Ермолов ИВ. Биологическая инвазия липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* Kumata (Lepidoptera, Gracillariidae) в Европе. *Сибирский экологический журнал*. 2014. № 3. С. 423–433.

15. Бридсон Д, Форман Л, Гельтман Д, редактор. *Гербарное дело: справочное руководство* [на английском языке]. Кью: Королевский ботанический сад, 1995. 341 с.
16. Синчук ОВ, Рогинский АС, Гончаров ДА. и др. *Количественная оценка поврежденности инвазивными минирующими насекомыми листовых пластинок декоративных древесных растений*. Минск: БГУ, 2016. 30 с.
17. Мастицкий СЭ, Шитиков ВК. *Статистический анализ и визуализация данных с помощью R*. Москва: ДМК-Пресс; 2015. 495 с.
18. *Наглядная статистика. Используем R!* Москва: ДМК-Пресс; 2017. 298 с.
19. Айзек МП, Финков МВ, Шипунов АБ, Балдин ЕМ, Волкова ПА. и др. *Графики, формулы, анализ данных в Excel. Постапоговые примеры*. Санкт-Петербург: Наука и техника; 2019. 384 с.

References

1. Semenchenko VP. Alien animal species in the natural ecosystems of Belarus. *Nauka i innovatsyi*. 2018;7(185):20–25. Russian.
2. Alekhnovich AV., Buga SV, Drobensk SM et al. *Chernay kniga invazivnykh vidov zhivotnykh Belarusi* [Black book of invasive animal species of Belarus]. Minsk: Belaruskaya navuka; 2016. 105 p. Russian.
3. Sinchuk OV, Buga SV. The modern distribution of lime and lower-white acacia mining moths (Lepidoptera: Gracillariidae) in Belarus. *Prirodnye resursy*. 2017;1:133–141. Russian.
4. Ermolaev VP. Ecological and faunistic review of the mining moths (Lepidoptera, Gracillariidae) of Southern Primorye. In: *Fauna nasekomykh Dalnego Vostoka. Trydy Zoologicheskogo instituta AN SSSR*. Leningrad: ZIN AN SSSR; 1977. Part 70. p. 98–116. Russian.
5. Kumata T. Taxonomic studies on the Lithocolletinae of Japan (Lepidoptera: Gracillariidae). *Insecta Matsumurana*. 1963;25(1–2):53–90.
6. Ermolaev IV, Rubleva EA. History, speed, and factors of invasion of *Phyllonorycter issikii* lime moth (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae) in Eurasia. *Rossijskij zhurnal biologicheskikh invasij*. 2017;10(1):2–19. Russian.
7. Bednova OV, Belov DA. Lime leaf miner (Lepidoptera, Gracillariidae) in the green areas of Moscow and Moscow region. *Lesnoj Vestnik*. 1999;2:172–177. Russian.
8. Buszko J, Šefrova H, Laštůvka Z. Invasive species of Lithocolletinae in Europe and their spreading (Gracillariidae)/ In: *XIIth European Congress of Lepidopterology. Białowieża (Poland). 29 May – 2 June 2000. Program and abstracts. List of participants*. Białowieża:[publisher unknown]; 2000. p. 22–23.
9. Sinchuk OV, Buga SV. Analysis of damage to leaf blades of native and introduced species and forms of linden (*Tilia L.*) by the larvae of the second generation of Lime leaf miner (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) in Belarus. *Zashchita rastenij*. 2016;40:269–277. Russian.
10. Nesterovich ND, Margailik GI. The reaction of woody plants to light. *Izvestija AN BSSR. Seria biologicheskikh nauk*. 1965;3:15–20. Russian.
11. Maslovsky OM, Levkovich AV, Sysoy IP, et al. *Gosudarstvennyy kadastr rastitel'nogo mira Respubliki Belarus. Osnovy kadastra. Pervichnoe obsledovanie 2002–2017* [The state cadastre of the plant world of the Republic of Belarus. Survey 2002–2017]. Minsk: Belaruskaya navuka; 2019. 599 p. Russian.
12. Ermolaev IV. On the trophic specialization of *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae). *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Serija biologija. Nauka o Zemle*. 2016;26(4):60–68. Russian.
13. Kirichenko NI. *Phyllonorycter issikii* in Western Siberia: some environmental characteristics of a recent invader population. *Sibirskij ekologicheskij zhurnal*. 2013;6:813–822. Russian.
14. Ermolaev IV. Invasion of lime mining moth *Phyllonorycter issikii* Kumata (Lepidoptera, Gracillariidae) in Europe. *Sibirskij ekologicheskij zhurnal*. 2014;3:423–433. Russian.
15. Bridson D, Forman L, Heltman D, editor. *Herbarium: a reference guide*. Kew: Royal Botanic Garden; 1995. 341 p.
16. Sinchuk OV, Roginsky AS, Goncharov DA, et al. *Kolichestvennaya otsenka povrezhdennosti invazivnymi minirujushchimi nasekomyimi listovykh plastinok dekorativnykh drevesnykh rastenij* [Quantitative assessment of damage by invasive mining insects of leaf blades of decorative woody plants]. Minsk: BGU; 2016. 30 p. Russian.
17. Mastitsky SE, Shitikov VK. *Statisticheskij analiz i vizualizatsiy danniyh s pomoshchju R* [Statistical analysis and data visualization using R]. Moscow: DMK-Press; 2015. 495 p. Russian.
18. Shipunov AB, Baldin EM, Volkova PA, et al. *Nagladnaya statistika. Ispolsuem R!* [Visual statistics. We use R!]. Moscow: DMK-Press; 2017. 298 p. Russian.
19. Isaac MP, Finkov MV. *Grafiki, formuly, analiz danniyh v Excel. Poshagovye primery* [Graphs, formulas, data analysis in Excel. Step by step]. Staint Petersburg: Nauka i Tekhnika; 2019. 384 p. Russian.

Статья поступила в редакцию 03.06.2020.
Received by editorial board 03.06.2020.