

УДК 632.78 (476)

Ф. Г. Яковчик, А. С. Рогинский, С. В. Буга
Белорусский государственный университет

**ПОВРЕЖДЕННОСТЬ ИНВАЗИВНЫМИ МИНЕРАМИ ЛИП
И КОНСКИХ КАШТАНОВ В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ
НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ В ГРАНИЦАХ И ПОГРАНИЧЬЕ
НЕКОТОРЫХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛАРУСИ**

В границах и в ближайших окрестностях особо охраняемых природных территорий Беларуси расположены населенные пункты, в которых присутствуют зеленые насаждения с произрастающими там декоративными деревьями и кустарниками. Аборигенные и интродуцированные древесные растения повреждаются фитофагами-вредителями, среди которых чужеродные для фауны инвазивные виды насекомых. В статье рассмотрены оценки параметров поврежденности инвазивными видами молей-пестрянок (Gracillariidae), липовой молью-пестрянкой (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) и каштановой минирующей молью (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) аборигенной липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) и интродуцированного конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) в зеленых насаждениях на территории и пограничье Национальных парков «Браславские озера» и «Нарочанский», Березинского биосферного заповедника и Республиканского ландшафтного заказника «Налибокский» в конце сезона вегетации 2023 г. Методами компьютерной планиметрии оценена площадь отдельных мин и/или суммарная площадь повреждений (мин) на листовых пластинках, рассчитана площадь поврежденной листовой поверхности. Отмечен значительный разброс значений рассмотренных параметров, коэффициенты вариации для указанных показателей составляли от 21,13 до 84,58%. Использование непараметрических критериев различий Манна – Уитни и Колмогорова – Смирнова выявили статистически значимые ($p < 0,01$) различия относительной площади поврежденной листовой поверхности лип в Березинском биосферном заповеднике и Налибокской пуще, тогда как конских каштанов еще и в Национальном парке «Нарочанский». При этом уровни потери декоративности растениями липы мелколистной вследствие повреждения личинками липовой моли-пестрянки в условиях зеленых насаждений ООПТ оцениваются как незначительные, в то время как конского каштана обыкновенного в результате повреждения личинками каштановой минирующей моли – от незначительных до ощутимых.

Ключевые слова: *Cameraria ohridella*, *Phyllonorycter issikii*, конский каштан обыкновенный, липа мелколистная, минирующие насекомые, чужеродные виды.

Для цитирования: Яковчик Ф. Г., Рогинский А. С., Буга С. В. Поврежденность инвазивными минерами лип и конских каштанов в зеленых насаждениях населенных пунктов в границах и пограничье некоторых особо охраняемых территорий Беларуси // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2024. № 2 (282). С. 114–121.

DOI: 10.52065/2519-402X-2024-282-14.

F. Yakouchyk, A. Roginsky, S. Buga
Belarusian State University

**DAMAGE TO LIME AND HORSE CHESTNUT TREES BY INVASIVE LEAF
MINERS IN GREEN STANDS OF SETTLEMENTS WITHIN THE BORDERS
AND IN THE VICINITY OF SOME PROTECTED NATURE AREAS OF BELARUS**

Within the boundaries and in the vicinity of protected nature areas of Belarus there are settlements with green stands with ornamental trees and shrubs growing there. Aboriginal and introduced woody plants are damaged by phytophagous insects, including invasive species alien to the fauna of Belarus. The paper deals with estimations of damage parameters by invasive species of mining moths (Gracillariidae), the lime leaf miner (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) and the horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986), aboriginal small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.) and introduced the horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) in green stands within the borders and in the vicinity of the National parks "Braslav Lakes" and "Narochansky", Berezinsky Biosphere Reserve, and the Republican landscape reserve "Naliboksky" at the end of the growing season 2023. The area of individual mines and/or total area of damage (mines) on leaf plates was estimated by methods of computer planimetry, the area of damaged leaf surface was assessed. A considerable scatter of values of the parameters under the view was noted, the coefficients of variation for these ones ranged from 21.13 to 84.58%. The use of non-parametric Mann – Whitney and Kolmogorov – Smirnov difference criteria revealed statistically

significant ($p < 0.01$) differences in the relative area of damaged leaf surface of lime trees in Berezinsky biosphere reserve and the Republican landscape reserve "Naliboksky", while that of the horse chestnuts also in the National Park "Narochansky". At the same time, the levels of loss of ornamental value of small-leaved limes due to damage by larvae of *Ph. issikii* in green stands of protected areas are assessed as insignificant, while the levels of loss of ornamental value of the horse chestnuts due to damage by larvae of *C. ohridella* range from insignificant to appreciable.

Keywords: *Cameraria ohridella*, *Phyllonorycter issikii*, common horse chestnut, small-leaved lime, leaf-mining insects, alien species.

For citation: Yakouchyk F., Roginsky A., Buga S. Damage to lime and horse chestnut trees by invasive miners in green stands of settlements within the borders and in the vicinity of some protected nature areas of Belarus. *Proceedings of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2024, no. 2 (282), pp. 114–121 (In Russian).

DOI: 10.52065/2519-402X-2024-282-14.

Введение. Особо охраняемые природные территории (ООПТ) призваны служить целям сохранения в относительно малонарушенном состоянии природных комплексов, характерных для определенного ландшафтно-географического региона. Инвазии чужеродных для фауны или флоры биологических видов специалисты рассматривают как специфическое «биологическое» загрязнение среды [1, 2]. Как правило, к моменту организации ООПТ в их границах или поблизости уже располагаются те или иные населенные пункты, в которых имеются зеленые насаждения с произрастающими там интродуцентами. Как аборигенные, так и чужеродные для региональной флоры растения являются кормовыми объектами для растительноядных членистоногих, среди которых могут быть чужеродные и/или инвазивные виды. Подобные ситуации должны рассматриваться как нежелательные с точки зрения конфликта с целями создания и функционирования ООПТ, а в зеленых насаждениях населенных пунктов – снижения их рекреационной ценности, что особенно значимо для национальных парков, являющихся объектами экологического туризма. Этим определяется актуальность и практическая значимость изучения комплексов наземных беспозвоночных – вредителей декоративных насаждений в условиях особо охраняемых природных территорий.

Липа мелколистная, или сердцелистная (*Tilia cordata* Mill.), – аборигенный вид дендрофлоры Беларуси, широко представленный в зеленых насаждениях, но также присутствующий в смешанных и широколиственных лесах. Конский каштан обыкновенный (*Aesculus hippocastanum* L.) является интродуцентом, в настоящее время обычным в зеленых насаждениях населенных пунктов Республики Беларусь. Посадки липы мелколистной и конского каштана обыкновенного имеются в агрогородках, деревнях и других населенных пунктах в границах и ближайших окрестностях таких крупных природных резерватов, как Бerezинский биосферный заповедник, Национальный парк «Нарочанский», Национальный парк «Бра-

славские озера» и Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский».

Среди фитофагов – вредителей липы мелколистной и конского каштана обыкновенного выделяются чужеродные для региональной фауны виды листовых минеров семейства молей-пестрянок (Lepidoptera: Gracillariidae), включенные в «Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси» [3]: липовая моль-пестрянка (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) и каштановая минирующая моль, или охридский минер (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986). Личинки этих фитофагов развиваются в минах, формируемых в мезофилле с нижней (что чаще) или с верхней стороны листа. На младших возрастах они являются так называемыми «сокоедками», затем переходят к потреблению листовой паренхимы, используя адаптированный для этого грызущий ротовой аппарат. Поврежденные участки листовой поверхности выделяются хлоротичной окраской, по завершении развития личинок быстро некротизируются. Мины личинок каштановой минирующей моли часто сливаются, что не характерно для мин личинок липовой моли-пестрянки. Контрастирующие с окраской остальной листовой поверхности повреждения хорошо заметны стороннему наблюдателю и сильно снижают декоративность крон. Характерным также является преждевременное опадение поврежденных *C. ohridella* листьев, что также негативно сказывается на декоративности насаждений.

В настоящее время каштановая минирующая моль является основным вредителем конского каштана обыкновенного в зеленых насаждениях Беларуси, регистрируясь во всех регионах страны [4]. Это выходец из южной Европы, исходный ареал вида был ограничен горными долинами Балканского полуострова, т. е. областью произрастания исходного кормового растения – конского каштана обыкновенного (*A. hippocastanum*) [5]. Высокий уровень вредоносности инвайдера заставляет рассматривать вопрос о замене конских каштанов обыкновенных устойчивыми к повреждению минером древесными породами [6].

Выполненные в предшествующие годы исследования показали, что в зеленых насаждениях городов Беларуси поврежденность конских каштанов охридским минером достигает чрезвычайно высоких уровней: от 2,97 до 89,45%. На большей части территории страны каштановая минирующая моль дает две полные генерации, причем к осени относительная площадь поврежденной листовой поверхности может достигать 77% и более [7, 8].

Липовая моль-пестрянка является чужеродным для фауны Беларуси представителем семейства Gracillariidae, распространение которого исходно было ограничено регионами Дальнего Востока [9]. Как новый для науки вид его по сборам из Японии описал Т. Kumata [10]. Инвайдер уже завершил свое распространение по территории Беларуси [11]. Уровень заселенности личинками липовой моли-пестрянки листовых пластинок липы мелколистной к концу сезона вегетации может приближаться к 40% [12]. Вид в условиях Беларуси способен давать две полные генерации [13], уровни поврежденности растений осенью ожидаемо выше, чем в середине лета.

В задачу настоящей работы входила оценка итоговых на конец сезона вегетации уровней поврежденности листовых пластинок липы мелколистной и конского каштана обыкновенного минирующими личинками липовой моли-пестрянки и каштановой минирующей моли соответственно в условиях зеленых насаждений в границах и ближайших окрестностях ряда ООПТ Беларуси.

Место, материал и методы исследования. Отбор проб поврежденных личинками липовой моли-пестрянки и каштановой минирующей моли листовых пластинок липы мелколистной и конского каштана обыкновенного был выполнен в сентябре 2023 г. в зеленых насаждениях д. Углы Воложинского района Минской области (Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский»), д. Домжерицы Лепельского района Витебской области (Государственное природоохранное учреждение «Березинский биосферный заповедник»), к. п. Нарочь Мядельского района Минской области (Национальный парк «Нарочанский») и аг. Козяны Браславского района Витебской области (Национальный парк «Браславские озера»). Листовые пластинки рандомизировано отбирали из нижней части крон, не менее 35 в выборке, помещали в полиэтиленовые пакеты и гербаризировали по стандартной методике [14]. Полученные с использованием планшетного сканера CanoScan 9000F Mark II изображения разрешением не менее 300 dpi подвергали обработке средствами специализированного графического редактора ImageJ [15] для определения площади повреждений и листовых пластинок в целом.

Анализ материалов предусматривал установление среднего числа мин личинок *Ph. issikii* на отдельных листовых пластинках, средней площади отдельных мин, общей (суммарной) площади всех мин на отдельных листовых пластинках, относительной поврежденности листовых пластинок (отношение общей площади мин к площади всей листовой пластинки) *T. cordata*. Уровень поврежденности листовых пластинок *A. Hippocastanum* был столь значителен, что затруднял выделение мин отдельных личинок *C. ochridella* ввиду слияния. Данное обстоятельство заставило ограничиться определением общей площади повреждений и площади поврежденной листовой пластинки, на основе которых рассчитывалась относительная площадь поврежденной листовой поверхности.

Данные аккумулировали в электронных таблицах, статистический анализ выполнен средствами свободно распространяемого программного пакета PAST 4.15 [16]. Для каждой из выборок рассчитаны средние арифметические, 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 непараметрические U-критерий Манна – Уитни и критерий интегральных различий Колмогорова – Смирнова.

Работа выполнена в рамках НИР «Инвазивные фитопатогенные грибы, грибоподобные организмы и беспозвоночные животные на культивируемых и близкородственных дикорастущих растениях: статус в сообществах, распространение, диагностика» (№ госрегистрации 20211704) и «Особенности структуры сообществ опылителей и минеров-филлобионтов лесных экосистем юго-запада Белорусского Поозерья» (№ госрегистрации 20211658) государственной программы научных исследований «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг.

Основная часть. Полученные данные, характеризующие площадь листовых пластинок (площадь отдельных сложных листьев) растений конского каштана обыкновенного в зеленых насаждениях населенных пунктов особо охраняемых природных территорий (Национальный парк «Нарочанский», заказник «Налибокский», Березинский биосферный заповедник), а также параметры поврежденности личинками каштановой минирующей моли (площадь повреждений, т. е. суммарная площадь мин на отдельных листьях, а также относительная площадь поврежденной листовой поверхности) представлены в табл. 1. Следует отметить, что коэффициент вариации показателя площади листовых пластинок был

относительно высоким (33,39%), высоким (64,91%) или очень высоким (204,23%). Последнее наблюдалось в насаждениях Налибокской пуши и, очевидно, определялось особенностями архитектуры крон, подвергавшихся обрезке, – характерным является присутствие большого числа пристовольных веточек с мелкими листьями, а также стандартных ветвей с крупными (вследствие отсутствия загущения) листьями.

Значения показателя средней площади листовых пластинок конских каштанов в зеленых насаждениях в заказнике «Налибокский» ($34\,406,28 \pm 13\,048,45 \text{ мм}^2$) были близки к таковым в Березинском биосферном заповеднике ($32\,403,20 \pm 2369,95 \text{ мм}^2$) и примерно в 3 раза превышали значения для Национального парка «Нарочанский» ($10\,881,39 \pm 1289,63 \text{ мм}^2$). При этом относительная площадь поврежденной листовой поверхности растений в Национальном парке «Нарочанский» максимальна ($42,32 \pm 3,12\%$), примерно на 1/4 превышает таковую в Налибокской пуше ($32,61 \pm 2,54\%$) и почти в 2 раза – в Березинском биосферном заповеднике ($13,23 \pm 1,43\%$). Одновременно коэффициенты вариации для суммарной площади повреждений (мин) на отдельных листовых пластинках и относительной площади поврежденной листовой поверхности были умеренно высоки, удерживаясь в диапазоне от 67,76 до 84,56% и от 40,35 до 58,41% соответственно.

Оценки параметров поврежденности листовой поверхности личинками липовой моли-пестрянки получены для посадок липы мелколистной в аг. Козяны (Национальный парк «Браславские озера»), д. Углы (Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский») и д. Домжерицы (Березинский биосферный заповедник). Значения таких показателей, как площадь отдельных листовых пластинок, площадь отдельных мин, общая пло-

щадь повреждений на отдельных листьях и относительная площадь поврежденной листовой поверхности, представлены в табл. 2.

Коэффициент вариации для площади листовых пластинок липы мелколистной оказался ниже (от 29,73 до 44,24%), чем для конского каштана обыкновенного. Наименьший разброс данных (коэффициент вариации от 21,13 до 30,14%) демонстрировал такой показатель, как площадь отдельных мин, – это вполне логично, учитывая, что слияние мин отдельных личинок *Ph. issikii* совершенно не характерно, а особи имеют близкие требования к жизненному пространству, объему потребляемой пищи и пр. Напротив, наибольший разброс значений коэффициента вариации (от 49,69 до 63,61%) наблюдался для такого показателя, как относительная площадь поврежденной листовой поверхности, значения которого достаточно низки (от $2,43 \pm 0,19\%$ в условиях Березинского биосферного заповедника до $3,58 \pm 0,31\%$ в Налибокской пуше) и соответствуют незначительному уровню потери растениями декоративности.

Использование критерия интегральных различий Колмогорова – Смирнова (табл. 3) выявило статистически значимые различия площади отдельных мин личинок *Ph. issikii* на листовых пластинках лип мелколистных из Налибокской пуши и Национального парка «Браславские озера» ($p = 0,0009$), но не Березинского биосферного заповедника ($p = 0,50$). Эти результаты подтверждает U-тест Манна – Уитни ($p = 0,0009$ и $p = 0,13$ соответственно). Различия значений показателя общей площади повреждений (суммарной площади мин на отдельных листовых пластинках) оказались статистически значимыми для Национального парка «Браславские озера» и таких ООПТ, как заказник «Налибокский» и Березинский биосферный заповедник.

Таблица 1

Поврежденность листьев конского каштана обыкновенного личинками каштановой минирующей моли в условиях особо охраняемых природных территорий (2023 г.)

Показатель	Средняя арифметическая	Стандартная ошибка средней	Медиана	Коэффициент вариации, %
к. п. Нарочь, Национальный парк «Нарочанский»				
Площадь листовой пластинки, мм ²	10 881,39	1289,63	10 451,39	64,91
Площадь повреждений (мин), мм ²	5102,50	787,90	4485,27	84,58
Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	42,32	3,12	41,43	40,35
д. Углы, Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский»				
Площадь листовой пластинки, мм ²	34 406,28	13 048,45	21 353,15	204,23
Площадь повреждений (мин), мм ²	7515,14	955,61	7240,66	68,48
Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	32,61	2,54	31,02	41,99
д. Домжерицы, Березинский биосферный заповедник,				
Площадь листовой пластинки, мм ²	32 403,20	2369,95	29 373,20	39,39
Площадь повреждений (мин), мм ²	4448,31	559,71	4373,20	67,76
Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	13,23	1,43	13,25	58,41

Таблица 2

**Поврежденность листьев липы мелколистной личинками липовой моли-пестрянки
в условиях особо охраняемых природных территорий (2023 г.)**

Показатель	Средняя арифметическая	Стандартная ошибка средней	Медиана	Коэффициент вариации, %
аг. Козяны, Национальный парк «Браславские озера»				
Площадь листовой пластинки, мм ²	3772,10	195,24	84,08	57,88
Площадь повреждений (мин), мм ²	96,61	9,73	84,08	57,88
Площадь отдельных мин, мм ²	73,30	3,88	77,90	21,13
Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	2,76	0,31	2,26	63,61
Березинский биосферный заповедник				
Площадь листовой пластинки, мм ²	4236,40	223,72	4362,03	33,40
Площадь повреждений (мин), мм ²	93,70	5,47	88,30	36,93
Площадь отдельных мин, мм ²	85,63	18,09	86,21	21,13
Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	2,43	0,19	2,23	49,69
д. Углы, Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский»				
Площадь листовой пластинки, мм ²	3879,36	252,95	3710,38	41,24
Площадь повреждений (мин), мм ²	122,33	9,36	101,18	48,38
Площадь отдельных мин, мм ²	92,41	4,40	91,41	30,14
Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	3,58	0,31	3,08	55,13

И наконец, оба критерия подтвердили статистическую значимость различий относительной площади поврежденной листовой поверхности лип мелколистных из Налибокской пущи и Бе-

резинского биосферного заповедника ($p = 0,004$ для критерия Манна – Уитни и $p = 0,007$ для критерия интегральных различий Колмогорова – Смирнова).

Таблица 3

Результаты использования критериев различий применительно к значениям параметров поврежденности листьев липы мелколистной личинками липовой моли-пестрянки в зеленых насаждениях ООПТ Беларуси (2023 г.)

Параметры	U-критерий Манна – Уитни		Критерий интегральных различий Колмогорова – Смирнова	
	z	p	D	p
Национальный парк «Браславские озера» – Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский»				
Площадь листовой пластинки, мм ²	0,02	0,99	0,18	0,57
Площадь отдельных мин, мм ²	3,36	0,0009	0,45	0,002
Площадь повреждений (мин), мм ²	2,49	0,01	0,36	0,01
Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	1,98	0,05	0,26	0,13
Березинский биосферный заповедник – Национальный парк «Браславские озера»				
Площадь листовой пластинки, мм ²	1,35	0,18	0,22	0,28
Площадь отдельных мин, мм ²	2,41	0,02	0,30	0,07
Площадь повреждений (мин), мм ²	0,75	0,46	0,28	0,08
Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	0,22	0,82	0,21	0,32
Березинский биосферный заповедник – Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский»				
Площадь листовой пластинки, мм ²	1,14	0,25	0,23	0,25
Площадь отдельных мин, мм ²	1,48	0,13	0,18	0,50
Площадь повреждений (мин), мм ²	2,56	0,01	0,30	0,05
Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	2,85	0,004	0,38	0,007

Результаты использования непараметрических критериев различий Манна – Уитни и Колмогорова – Смирнова применительно к данным для конских каштанов в зеленых насаждениях в границах и пограничье рассмотренных ООПТ представлены в табл. 4.

Наблюдаемые различия площади поврежденных листьев конских каштанов в зеленых насаждениях в Национальном парке «Нарочанский» и остальных местах произрастания были высоко достоверны ($p < 0,005$). Обратной была ситуация для средней площади листовых пластинок *A. hippocastanum* из Березинского биосферного заповедника и Налибокской пуши (табл. 4).

Критерий интегральных различий Колмогорова – Смирнова не подтверждает достоверность различий ($p > 0,05$) для площади повреждений, тогда как результаты U-теста Манна – Уитни указывают на существование статистически значимых различий значений данного показателя для Налибокской пуши, с одной стороны, и Национального парка «Нарочанский» ($p = 0,03$) и Березинского биосферного заповедника – с другой ($p = 0,02$), исключая пару сравнения Налибокская пуша – Березинский биосферный заповедник ($p = 0,03$). Напротив, U-тест Манна – Уитни не подтверждает достоверность различий между значениями показателей для Березинского заповедника и Национального парка «Нарочанский» ($p = 0,98$). Относительная площадь поврежденной листовой поверхности была максимальна у растений в Национальном парке «Нарочанский» ($42,32 \pm 3,12\%$) и минимальна – в Березинском биосферном заповеднике ($13,23 \pm 1,43\%$) при промежуточном уровне для Налибокской пуши ($32,61 \pm 2,54\%$), причем наблюдаемые различия оказались статистически значимы ($p \leq 0,01$).

В целом уровни поврежденности листьев, а именно значения показателя относительной площади поврежденной листовой поверхности лип и конских каштанов в условиях населенных пунктов в границах и пограничье ООПТ, оказались ниже, чем ранее в областных центрах и других крупных населенных пунктах Беларуси [9, 14]. Однако для подтверждения данного заключения нужны дополнительные оценки, полученные для одного и того же, а не разных полевых сезонов, что и определяет целесообразность дальнейших исследований.

Заключение. Выполненные исследования позволили оценить параметры поврежденности листовых пластинок липы мелколистной и конского каштана обыкновенного липовой молью-пестрянкой и каштановой минирующей молью в условиях зеленых насаждений населенных пунктов в границах и пограничье особо охраняемых природных территорий, а именно Национальных парков «Браславские озера» и «Нарочанский», Березинского биосферного заповедника и Республиканского ландшафтного заказника «Налибокский», на конец сезона вегетации 2023 г. Высокие уровни варибельности как площади поврежденных листовых пластинок (коэффициенты вариации от 29,73 до 41,24% для *T. cordata* и от 39,39 до 204,23% для *A. hippocastanum*), так и относительной площади поврежденной листовой поверхности (коэффициент вариации от 49,69 до 63,61% для листовых пластинок *T. cordata*, поврежденных *Ph. issikii*, и от 40,35 до 58,41% для *A. hippocastanum*, поврежденных *C. ohridella*) выявлены с использованием непараметрических критериев Манна – Уитни и Колмогорова – Смирнова, причем статистически значимые различия констатированы лишь для отдельных пар сравнения параметров поврежденности и локалитетов.

Таблица 4

Результаты использования критериев различий применительно к значениям параметров поврежденности листьев конского каштана обыкновенного личинками каштановой минирующей моли в зеленых насаждениях ООПТ Беларуси (2023 г.)

Параметры	U-критерий Манна – Уитни		Критерий интегральных различий Колмогорова – Смирнова	
	<i>z</i>	<i>p</i>	<i>D</i>	<i>p</i>
Национальный парк «Нарочанский» – Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский»				
Площадь листовой пластинки, мм ²	3,62	0,0004	0,44	0,002
Площадь повреждений (мин), мм ²	2,15	0,03	0,28	0,19
Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	2,33	0,02	0,41	0,01
Березинский биосферный заповедник – Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский»				
Площадь листовой пластинки, мм ²	2,63	0,007	0,34	0,06
Площадь повреждений (мин), мм ²	2,36	0,02	0,38	0,03
Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	5,24	0,0001	0,76	0,001
Национальный парк «Нарочанский» – Березинский биосферный заповедник				
Площадь листовой пластинки, мм ²	5,80	0,0001	0,79	0,001
Площадь повреждений (мин), мм ²	0,02	0,98	0,17	0,77
Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	5,61	0,0001	0,76	0,001

В целом уровни поврежденности лип личинками моли-пестрянки в условиях зеленых насаждений ООПТ оцениваются как незначи-

тельные, тогда как конских каштанов личинками каштановой минирующей моли – от незначительных до ощутимых.

Список литературы

1. Ижевский С. С. Чужеземные насекомые как биоагрессоры // Экология. 1995. № 2. С. 119–122.
2. Панов В. Е. Биологическое загрязнение как глобальная экологическая проблема: международное законодательство и сотрудничество // Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова» Российской академии наук (ИПЭЭ РАН). URL: http://www.sevin.ru/invasive/publications/panov_02.html (дата обращения: 21.02.2022).
3. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / В. П. Семенченко [и др.]. Минск: Беларус. навука, 2020. 163 с.
4. Каштановая минирующая моль (*Cameraria ohridella* Deshka & Dimič, 1986) в Беларуси: экспансия завершена / А. С. Рогинский [и др.] // Зоологические чтения – 2015: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. Бенедикта Дыбовского, Гродно, 22–24 апр. 2015 г. – Гродно, 2015. С. 215–217.
5. Šefrova H., Lastuvka Z. Dispersal of the horse-chestnut leafminer *Cameraria ohridella* in Europe: its course, ways and causes // Entomol. Zeit. Stuttgart. 2001. Vol. 111. P. 195–198.
6. Рогинский А. С., Анацко Ю. В., Буга С. В. Оценка затрат на замену конского каштана обыкновенного в зеленых насаждениях Минска древесными породами, устойчивыми к повреждению инвазивными минерами // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2023. № 2 (270). С. 76–86. DOI: 10.52065/2519-402X-2023-270-2-10.
7. Рогинский А. С., Яковчик Ф. Г., Буга С. В. Особенности фенологии каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deshka & Dimič, 1986) в условиях к.п. Нарочь // Зоологические чтения – 2023: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 22–24 марта 2023 г. Гродно, 2023. С. 249–250.
8. Яковчик Ф. Г., Рогинский А. С., Буга С. В. Сезонные различия уровня поврежденности личинками минеров листовой поверхности каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) // Лесное хозяйство: материалы 87-й науч.-техн. конф. проф.-преподават. состава, науч. сотрудников и аспирантов, Минск, 31 янв.–17 февр. 2023 г. – Минск, 2023. С. 498.
9. Ермолаев И. В., Рублева Е. А. История, скорость и факторы инвазии липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae) в Евразии // Российский журнал биологических инвазий. 2017. Т. 10, № 1. С. 2–19.
10. Kumata T. Taxonomic studies on the Lithocolletinae of Japan (Lepidoptera: Gracillariidae). Part I // Insecta Matsumurana. 1963. Vol. 25, no. 2. P. 53–90.
11. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / А. В. Алехнович [и др.]. Минск: Беларус. навука, 2016. 105 с.
12. Синчук О. В. Оценка поврежденности листовых пластинок липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill., 1768) липовой молью-пестрянкой (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) в условиях зеленых насаждений различных регионов Беларуси // Труды БГУ. 2016. Т. 11, ч. 2. С. 336–343.
13. Синчук О. В., Буга С. В. 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 // Защита растений. 2016. Т. 40. С. 269–277.
14. Гербарное дело: справочное руководство / под ред. Д. В. Гельтмана. Кью: Королевский ботанический сад, 1995. 341 с.
15. Сауткин Ф. В. Использование программных средств анализа цифровых изображений для определения размерных характеристик биологических объектов. Минск: БГУ, 2013. 28 с.
16. PAST 4. Manual // Naturhistorisk museum. Universitetet i Oslo. URL: <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/downloads/past4manual.pdf> (дата обращения: 21.02.2024).

References

1. Izhevsky S. S. Alien insects as biocontaminants. *Ekologiya* [Ecology], 1995, no. 2, pp. 119–122 (In Russian).
2. Panov V. E. Biological contamination as a global environmental problem: international legislation and co-operation. Available at: http://www.sevin.ru/invasive/publications/panov_02.html (accessed: 21.02.2024) (In Russian).
3. Semenchenko V. P., Buga S. V., Alekhovich A. V., Baryshnikova S. V., Boyko S. V., Borodin O. I., Buben'ko A. N., Burko L. D., Bykovskaya A. V., Bychkova E. I., Volosach M. V., Volchkevich I. G., Golovchenko L. A., Golunov I. A., Dishuk N. G., Drobenkov S. M., Zhorov D. G., Kozul'ko N. G., Konopatskaya M. V., Kruglova O. Yu., Kulak A. V., Lipinskaya T. P., Makarenko A. I., Petrov D. L., Prishchepchik O. V., Rizevskiy V. K., Roginskaya Yu. S., Roginskiy A. S., Rybkina T. N., Saluk S. V., Sautkin F. V., Semenyak A. A., Sinchuk N. V., Sinchuk O. V., Timofeeva V. A., Trepashko L. I., Chernik M. I., Yakovich M. M., Yanuta G. G. *Chernaya kniga invazivnykh vidov zhivotnykh Belarusi* [Black Book of Invasive Animal Species of Belarus]. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2020. 163 p. (In Russian).

4. Roginsky A. S., Sinchuk O. V., Sautkin F. V., Buga S. V. Horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deshka & Dimič, 1986) in Belarus: expansion completed. *Zoologicheskiye chteniya – 2015: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy pamyati professora Benedikta Dybovskogo* [Zoological readings – 2015: materials of the International scientific and practical conference dedicated to the memory of professor Benedict Dybovsky]. Grodno, 2015, pp. 215–217 (In Russian).
5. Šefrova H., Lastuvka Z. Dispersal of the horse-chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* in Europe: its course, ways and causes. *Entomol. Zeit. Stuttgart*, 2001, vol. 111, pp. 195–198.
6. Roginsky A., Anatsko Yu., Buga S. Estimated costs for replacing the common horse chestnut in the green areas of Minsk city with trees resistant to damage by invasive miner pests. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources, 2023, no. 2 (270), pp. 76–86. DOI: 10.52065/2519-402X-2023-270-2-10 (In Russian).
7. Roginsky F., Yakouchyk F., Buga S. Phenology of the horse-chestnut leaf-mining moth (*Cameraria ohridella* Deshka & Dimič, 1986) in the Narachansky region. *Zoologicheskiye chteniya – 2023: materialy VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Zoological readings – 2023: materials of the International scientific and practical conference]. Grodno, 2023, pp. 249–250 (In Russian).
8. Yakouchyk F. V., Roginsky A. S., Buga S. V. Seasonal differences in the damage level of leaf surface of the horse-chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) by larvae of miners. *Lesnoye khozyaystvo: materialy 87-y nauchno-tekhnicheskoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov* [Forestry: proceedings of the 87th scientific and technical conference of the teaching staff, researchers and postgraduate students]. Minsk, 2023, p. 498 (In Russian).
9. Ermolayev I. V., Rubleva E. A. History, rate and factors of invasion of the lime mining moth *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae) in Eurasia. *Rossiyskiy zhurnal biologicheskikh invaziy* [The Russian Journal of Biological Invasions], 2017, vol. 10, no. 1, pp. 2–19 (In Russian).
10. Kumata T. Taxonomic studies on the Lithocolletinae of Japan (Lepidoptera: Gracillariidae). Part I. *Insecta Matsumurana*, 1963, vol. 25, n. 2, pp. 53–90.
11. Alekhovich A. V., Buga S. V., Drobenkov S. M., Zhorov D. G., Makarenko A. I., Petrov D. L., Rizevskiy V. K., Roginskiy A. S., Rybkina T. N., Sautkin F. V., Semenchenko V. P., Sinchuk O. V., Yanuta G. G. *Chernaya kniga invazivnykh vidov zivotnykh Belarusi* [Black Book of Invasive Animal Species of Belarus]. Minsk: Belaruskaya navuka Publ., 2016. 105 p. (In Russian).
12. Sinchuk O. V. Assessment of damage to leaf blades of small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill., 1768) by lime mining moth (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) in green areas of different regions of Belarus. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSU], 2016, vol. 11, no. 2, pp. 336–343 (In Russian).
13. Sinchuk O. V., Buga S. V. Analysis of damage to leaf blades of native and introduced species and forms of limes (*Tilia* L.) by larvae of the second generation of the lime mining moth (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) in conditions of Belarus. *Zashchita rasteniy* [Plant protection], 2016, vol. 40, pp. 269–277 (In Russian).
14. *Gerbarnoye delo: spravochnoye rukovodstvo* [Herbaria: a practical guide]. Ed. D. V. Geltman. Kew: Royal Botanic Gardens Publ., 1995. 341 p. (In Russian).
15. Sautkin F. V. *Ispol'zovaniye programmnykh sredstv analiza tsifrovyykh izobrazheniy dlya opredeleniya razmernykh kharakteristik biologicheskikh ob'ektov* [Use of digital image analysis software to determine the dimensional characteristics of biological objects]. Minsk, BGU, 2013. 28 p. (In Russian).
16. PAST 4. Manual. Naturhistorisk museum. Universitetet i Oslo. Available at: <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/downloads/past4manual.pdf> (accessed 21.02.2024).

Информация об авторах

Яковчик Федор Геннадиевич – аспирант кафедры зоологии. Белорусский государственный университет (220030, г. Минск, пр-т Независимости, 4, Республика Беларусь). E-mail: Yakovchi@bsu.by

Рогинский Алексей Сергеевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии. Белорусский государственный университет (220030, г. Минск, пр-т Независимости, 4, Республика Беларусь). E-mail: roginski@gmail.com

Буга Сергей Владимирович – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой зоологии. Белорусский государственный университет (220030, г. Минск, пр-т Независимости, 4, Республика Беларусь). E-mail: sergey.buga@gmail.com

Information about the authors

Yakouchyk Fedar – PhD student, the Department of Zoology. Belarusian State University (4, Nezavisimosti Ave., 220030, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Yakovchi@bsu.by

Roginsky Alexey – PhD (Biology), Assistant Professor, the Department of Zoology. Belarusian State University (4, Nezavisimosti Ave., 220030, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: roginski@gmail.com

Buga Sergey – DSc (Biology), Professor, Head of the Department of Zoology. Belarusian State University (4, Nezavisimosti Ave., 220030, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: sergey.buga@gmail.com

Поступила 15.03.2024