



## Поврежденность листовой поверхности конского каштана обыкновенного личинками каштановой минирующей моли в Беларуси по завершении экспансии инвайдера

Алексей Рогинский, Сергей Буга

Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь  
Адрес для корреспонденции: [roginskias@gmail.com](mailto:roginskias@gmail.com)

Отримано: 28.05.20; прийнято до друку: 20.08.20; опубліковано: 02.09.20

**Резюме.** Каштанова мінуюча міль (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) – чужорідний для фауни Білорусі інвазивний вид, що завершив експансію на території країни до 2013 р. Відносна площа пошкодженої личинками *C. ohridella* листової поверхні кінського каштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) є одним із показників, які характеризують стан популяції інвайдера в умовах вторинного ареалу.

У період до 2013–2019 рр. у зелених насадженнях населених пунктів на території всіх 5 районів інтродукції деревних рослин в Білорусі виконано збір фактичного матеріалу та методами комп'ютерної планіметрії здійснено визначення площі пошкодженої і загальної листової поверхні рослин кінського каштана звичайного, що дозволило констатувати широкий розмах значень показника відносної площі пошкодженої листової поверхні в діапазоні від 2,97% до 89,45%. Для окремих інтродукційно-дендрологічних районів відповідні вибірки характеризувалися коефіцієнтами варіації від 50,66 до 67,76. Дисперсійний аналіз (Kruskal–Wallis test) не виявив статистично значущих відмінностей між даними для різних районів інтродукції рослин в Білорусі, виключаючи пари порівняння Північний/Західний і Західний/Північно-Центральний інтродукційно-дендрологічні райони. При цьому для ряду міст країни з використанням непараметричного критерію парних відмінностей Вілкоксона показано статистично достовірне збільшення відносної площі пошкодженої листової поверхні *A. hippocastanum* в 2019 р. відносно даних 2016 року.

В умовах зелених насаджень м Мінська в 2013–2019 рр. спостерігалися осциляції розглянутого показника, в той час як для зелених насаджень м Гродно в 2016–2019 рр. констатовано поступальне зростання відносної площі пошкодженої личинками *C. ohridella* листової поверхні кінського каштана звичайного, що можна пояснити «ефектом накопичення» інвайдера в умовах відсутності вилучення зимуючого запасу шкідника в ході осіннього прибирання листового опаду з діпаузіруючими лялечками мінера.

**Ключові слова:** біологічні інвазії, зелені насадження, молі-пестрянки, чужорідні види, *Cameraria ohridella*, Gracillariidae

## The Leaf Surface Damage of Horse Chestnut Caused by the Horse Chestnut Leaf-Miner Larvae in Belarus after the Completion of the Invader's Expansion

Alexey Roginsky, Sergey Buga

Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus  
Address for correspondence: e-mail: [roginskias@gmail.com](mailto:roginskias@gmail.com)

**Abstract.** The horse chestnut leaf-miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) is an invasive alien species in the fauna of Belarus, belonging to the family Gracillariidae (Insecta: Lepidoptera), the main pest of

*Aesculus hippocastanum* L. (Sapindales: Sapindaceae) in green areas in Belarus. The annually observed *C. ohridella* population outbreaks lead to the fact that the crowns lose their natural appearance and defoliate earlier, that affects the decorative and recreational qualities of green areas catastrophically. Based on the data of long-term (2013–2019) studies, a quantitative assessment of the relative square of the damaged by horse chestnut leaf-miner larvae leaf surface of horse chestnut trees in green areas in all 5 regions of woody plants introduction in Belarus is given.

A wide range of variation in the values of the indicator of the relative area of the damaged leaf surface has been observed: in the range from 2.97% to 89.45% for Belarus as a whole, as well as for individual settlements, for example, from 18.43% to 58.25% for Vitebsk or from 15.60% to 89.45% for Pinsk. The samples from several areas of introduction of woody plants were characterized by coefficients of variation from 50.66 to 67.76. The use of Kruskal–Wallis test did not reveal statistically significant differences between the data from different areas of plant introduction in Belarus excluding the comparison pairs North / West and West / North-Central introduction-dendrological areas. At the same time, for a number of cities in the country, using the non-parametric Wilcoxon signed-rank test, the statistical reliability of the increase in the relative damage to the leaf surface of *A. hippocastanum* in 2019 in comparison to the 2016 data, was shown.

In the conditions of green spaces in Minsk in 2013–2019 the oscillations of the examined indicator were observed, whereas in green spaces in Grodno in 2016–2019 a progressive increase in the relative area of the leaf surface of horse chestnut damaged by *C. ohridella* larvae was indicated, which can be explained by the “accumulation effect” of the invader in the absence of withdrawal of the overwintering reserve of the pest population during the removal of leaf litter with hibernating miner pupae in autumn.

**Keywords:** alien species, biological invasions, green areas, mining moths, *Cameraria ohridella*, Gracillariidae

## ВВЕДЕНИЕ

Каштановая минирующая моль, или охридский минер (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986), – чужеродный для фауны Беларуси инвазивный вид молей-пестрянок (Gracillariidae), ввиду высокой вредоносности внесенный в «Черную книгу инвазивных животных Беларуси» [1]. Как принято считать, естественно исторически сложившийся первичный ареал этого специализированного фитофага конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) был ограничен регионами Балканского полуострова [2]. В течение последних трех десятилетий он осуществил экспансию практически по всему континенту (исключая районы, где отсутствуют его кормовые растения) [3]. В сопредельной Беларуси Украине каштановая минирующая моль впервые была отмечена в 1998 г. [4]. Украинскими энтомологами выполнен широкий спектр исследований биологии, экологии и вредоносности *C. ohridella* в условиях зеленых насаждений г. Киева и других населенных пунктов страны [4–6]. Границ Республики Беларусь охридский минер достиг, предположительно, в 2001–2002 гг. и к 2013 г., как показали выполненные нами [7] целенаправленные обследования зеленых насаждений в пограничных районах, успешно завершил экспансию по территории страны.

Являясь специализированным фитофагом конских каштанов, в условиях Беларуси охридский минер повреждает повсеместно обычный конский каштан обыкновенный

(*A. hippocastanum*), а также местами культивируемый конский каштан красный (*Aesculus pavia* L.) проявляет устойчивость к повреждению данным фитофагом [8]. Личинки *C. ohridella* развиваются в минах (полостях, камерах) в паренхиме листьев, поврежденные участки сначала контрастируют окраской вследствие хлоротизации, а затем некротизируются, что может вести к преждевременному опадению листвы и ощутимой утрате насаждениями декоративности. В условиях зеленых насаждений г. Минска повреждение каштановой минирующей молью в последние годы обуславливает существенную и/или катастрофическую потерю посадками конского каштана обыкновенного декоративности [9–11].

Чужеродные для фауны виды после проникновения на новые территории должны пройти натурализацию и сформировать устойчивые популяционные группировки. Одним из критериев успеха адаптации к условиям региона вторичного ареала служит характер популяционной динамики, которая может оцениваться не только собственно численностью особей, но и относительными показателями, в том числе учетной плотностью. В случае каштановой минирующей моли личинки определенных возрастов характеризуются разной площадью формируемых ими мин [12], то есть площадь поврежденной к концу вегетационного сезона листовой поверхности определяется также и популяционной численностью фитофага. Это и служит основанием для использования

показателя относительной площади поврежденной листовой поверхности основного кормового растения, конского каштана обыкновенного, для оценки уровня стабильности популяционных группировок каштановой минирующей моли в условиях вторичного ареала на территории Беларуси, а также успешности натурализации инвайдера в целом.

**Целью** настоящей работы является рассмотрение уровней поврежденности листовых пластинок (относительной площади поврежденной листовой поверхности) конского каштана обыкновенного в условиях зеленых

насаждений Беларуси в период по завершении экспансии инвайдера по территорию Беларуси, то есть с 2013 г.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Отбор проб листовых пластинок конского каштана обыкновенного выполняли в зеленых насаждениях населенных пунктов всех 5 выделенных академиком Н. Д. Нестеровичем [13] районов интродукции древесных растений в Беларуси, – их размещение отражает карта на рис. 1.



I – Северный, II – Западный, III – Северно-Центральный, IV – Южно-Центральный, V – Южный интродукционно-дендрологические районы

**Рис. 1.** – Карта размещения точек сбора фактического материала на территории районов интродукции древесных растений в Беларуси, выделяемых Н. Д. Нестеровичем, 1982 [13], с указанием диапазонов варьирования значений показателя относительной площади поврежденной личинками каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič) листовой поверхности конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) в годы исследований

Учеты осуществляли в конце вегетационных сезонов 2013–2019 гг. по завершении развития личинок второго поколения с тем, чтобы получить интегральные за каждый сезон данные по поврежденности листовых пластинок каштановой минирующей молью. Выборки (общим числом 175) содержали каждая не менее 35 сложных листьев, отобранных в разных частях кроны растений конского каштана обыкновенного. Коллектированные листья гербаризировали по стандартной методике [14].

Изображения листовых пластинок получали с использованием сканера Epson Perfection 4180 Photo (разрешение 300 dpi). Площадь поврежденной и общей листовой поверхности определяли методами компьютерной планиметрии с использованием свободно распространяемого графического редактора ImageJ [15]. Относительная площадь поврежденной листовой поверхности рассчитывалась как отношение суммарной площади мин к общей площади листовой пластинки.

Для оценки степени потери зеленым насаждениям декоративности использована шкала [9], базирующаяся на учете данных по относительной площади поврежденной листовой поверхности, – она представлена в табл. 1.

Анализ количественных данных выполнен средствами программного пакета PAST 4.03 [16]. Исходя из характера распределения данных выборочных совокупностей и исследовательских задач, использовались дисперсионный анализ (Kruskal–Wallis test) с последующими апостериорными сравнениями (Dunn’s post hoc test), а также парный тест Вилкоксона [16]. Визуализация данных осуществлена как средствами свободно

распространяемого офисного пакета LibreOffice, так и PAST 3.0.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке 1 на карту нанесены данные по диапазонам варьирования значений показателя относительной площади поврежденной личинками каштановой минирующей моли листовой поверхности растений конского каштана обыкновенного в годы исследований для отдельных населенных пунктов. Значения рассматриваемого показателя в период по завершении развития личинок второго поколения минера в годы исследований варьировали от 2,97% до 89,45%. При этом размах варьирования значений для зеленых насаждений отдельных населенных пунктов также был значительным: например, от 18,43% до 58,25% для г. Витебска, от 15,60% до 89,45% – для г. Пинска.

В таблице 2 приведены значения минимумов и максимумов, средней арифметической, ошибки средней и коэффициенты вариации данного показателя для зеленых насаждений населенных пунктов не территории разных районов интродукции древесных растений в Беларуси. Как значительные диапазоны варьирования (размах варьирования признака), так и высокие значения коэффициента вариации однозначно указывают на нестабильность популяционной динамики *C. ohridella* в условиях Беларуси по регионам и годам исследований.

Визуализация данных на диаграмме (рис. 2) демонстрирует наиболее высокие значения показателя относительной площади поврежденной личинками листовой поверхности в условиях Западного района интродукции древесных растений в Беларуси и

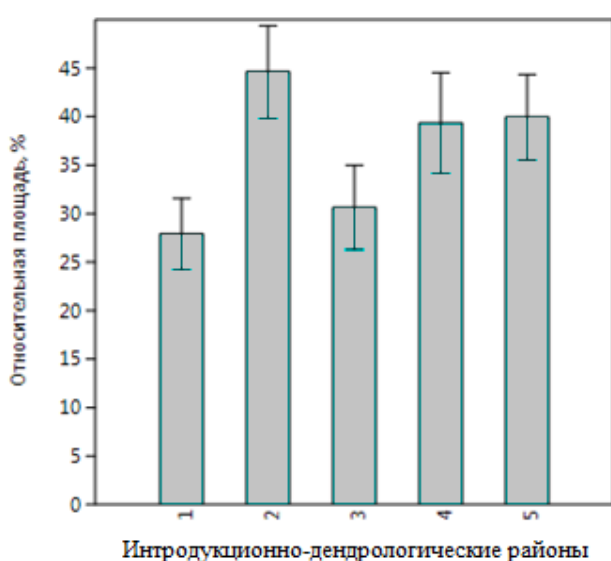
Таблица 1

**Шкала соответствия уровней потери растениями конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) декоративности значениям показателя относительной площади поврежденной личинками каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič) листовой поверхности**

Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	Степень потери растениями декоративности
1–15	незначительная
16–25	частичная
26–50	ощутимая
51–75	существенная
75–100	катастрофическая

**Относительная площадь поврежденной личинками каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič) листовой поверхности конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) в зеленых насаждениях разных интродукционно-дендрологических районов Беларуси**

Интродукционно-дендрологические районы	Минимум, %	Максимум, %	Средняя арифметическая ± стандартная ошибка, %	Коэффициент вариации
1 Северный	5,38	58,25	27,92 ± 3,65	50,66
2 Западный	7,39	89,22	44,64 ± 4,74	56,18
3 Северо-Центральный	2,97	72,63	30,64 ± 4,33	67,76
4 Южно-Центральный	7,71	81,67	39,36 ± 5,18	52,69
5 Южный	7,57	89,45	39,96 ± 4,39	59,10



1 – Северный, 2 – Западный, 3 – Северо-Центральный, 4 – Южно-Центральный, 5 – Южный интродукционно-дендрологические районы

**Рис. 2** – Относительная площадь поврежденной личинками каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič) листовой поверхности конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) в условиях зеленых насаждений разных интродукционно-дендрологических районов Беларуси (данные за 2013–2019 гг., представлены интервалы – стандартная ошибка средней)

наименьшие – Северного. Между остальными интродукционно-дендрологическими районами различия не просматриваются.

Использование непараметрического дисперсионного анализа (Kruskal–Wallis test) (табл. 3) выявило статистически значимые различия ( $P < 0,05$ ) только между наборами значений

(выборкам) параметра относительной площади листовой поврежденности *A. hippocastanum* для зеленых насаждений Северного и Западного, а также Западного и Северо-Центрального районов интродукции древесных растений в Беларуси, что может быть объяснено серьезными различиями в структуре имеющихся декоративных посад и характере представленности в них конского каштана обыкновенного.

Повреждение листовых пластинок личинками каштановой минирующей моли сопровождается сначала хлоротизацией, а затем – некротизацией занимаемых минами участков листовой поверхности. Визуально такие повреждения легко выявляемы и ведут к очевидному снижению отдельными растениями и насаждениями конского каштана декоративности. Как уже указывалось ранее, количественные оценки таких потерь базируются на значениях показателя относительной площади поврежденной листовой поверхности [9], – соответствующая шкала представлена в методическом разделе данной статьи.

Результаты визуализации распределения данных для разных интродукционно-дендрологических районов Беларуси предоставлены на рис. 3. Очевидно, что потери декоративности в результате повреждения личинками каштановой минирующей моли конского каштана обыкновенного ниже в условиях Северного и Северо-Центрального дендролого-интродукционных районов и выше – Западного района интродукции древесных растений. Таким образом, можно констатировать более высокие значения поврежденности конского каштана на западе и юго-западе Беларуси, и низкие – востоке и северо-востоке, что хорошо согласуется с имеющимися представлениями [3, 7]

Результаты апостериорных (Dunn's post hoc tests) сравнений (P-уровень) данных дисперсионного анализа (Kruskal–Wallis test) по относительной площади поврежденной личинками каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič) листовой поверхности конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) в зеленых насаждениях разных интродукционно-дендрологических районов Беларуси

Интродукционно-дендрологические районы	Северный	Западный	Северо-Центральный	Южно-Центральный
Западный	0,03561	X	X	X
Северо-Центральный	0,8542	0,02981	X	X
Южно-Центральный	0,1613	0,5898	0,1741	X
Южный	0,1285	0,4757	0,1303	0,9487

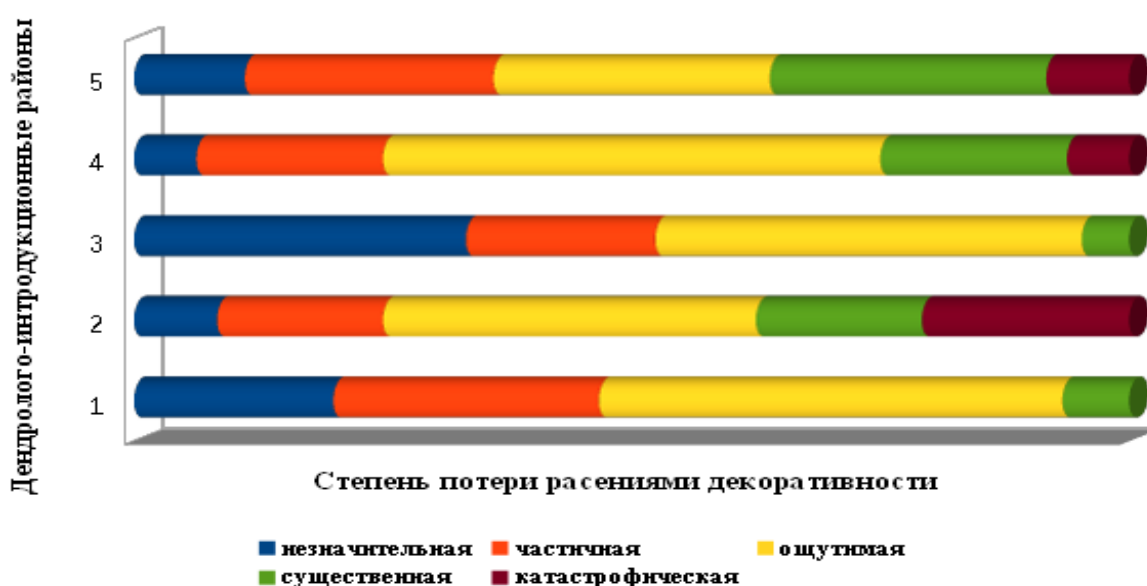


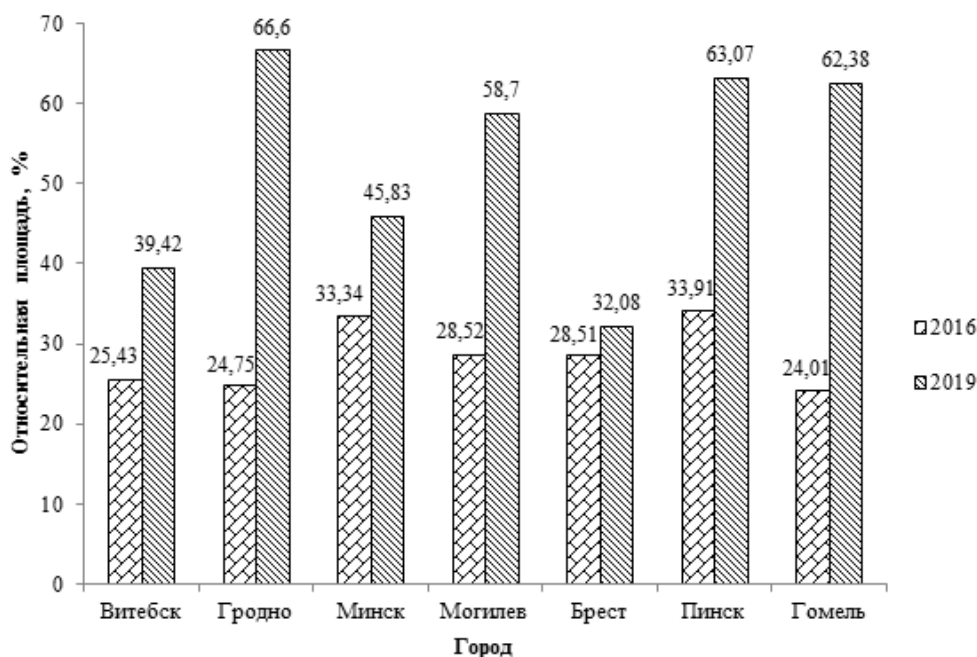
Рис. 3 – Распределение данных по уровню потери вследствие повреждения каштановой минирующей молью (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič) декоративности растениями конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) в зеленых насаждениях в условиях разных интродукционно-дендрологических районов Беларуси (1 – Северный, 2 – Западный, 3 – Северо-Центральный, 4 – Южно-Центральный, 5 – Южный)

о направлениях экспансии инвайдера по территории страны (западная граница Республики Беларусь в Брестской области, предположительно была пересечена в 2001 г., а в Гродненской – 2002 г.).

Если время инвазии минера в том или ином интродукционно-дендрологическом районе или регионе страны является одним из факторов, определяющих итоговый уровень поврежденности конских каштанов в зеленых насаждениях, следует ожидать поступательного роста уровня поврежденности минером листовой поверхности растений от года к году. На рис. 4 визуализированы данные по средним арифметическим значений показателя

относительной площади поврежденной личинками каштановой минирующей моли листовой поверхности деревьев конского каштана обыкновенного в зеленых насаждениях гг. Бреста, Витебска, Гомеля, Гродно, Минска, Могилева и Пинска в 2016 г. и 2019 г., – которые во всех городах возросли.

Использование непараметрического критерия Вилкоксона подтвердило существование статистически достоверных ( $p < 0,05$ ) различий между средними значениями показателя относительной площади поврежденной личинками каштановой минирующей моли (листовой поверхности конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.)



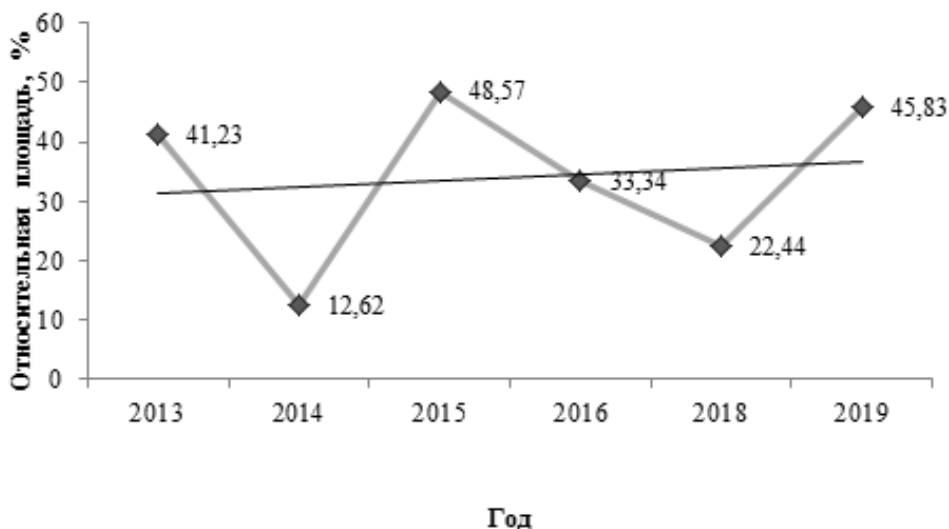
**Рис. 4** – Середні значення показателя відносної площі пошкодженої личинками каштанової мінувальної моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) листової поверхності конського каштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) в містах Білорусі в 2016 і 2019 гг.

в містах Білорусі при парному порівнянні даних для 2016 і 2019 гг., коли виконувалися найбільш масштабні маршрутні дослідження зелених насаджень країни.

Значительні виборки даних для зелених насаджень гг. Гродно і Мінська дозволяють прослідкувати характер часової динаміки розглянутого показника. Виходячи з результатів візуалізації даних (рисунки 4, 5), існують очевидні відмінності: в умовах зелених насаджень г. Мінська

наблюдаються осциляції значень показника, тоді як г. Гродно – стійкий ріст.

Наблюдаемые различия можно объяснить изменением масштабов и сроков уборки листового опада с диапаузирующими куколками *C. ohridella*, что обуславливает изъятие зимующего запаса вредителя и низкий уровень поврежденности листовых пластинок в начале следующего сезона [17, 18] в г. Минске, и отсутствием изменений технологии ухода за зелеными насаждениями – в г. Гродно.



**Рис. 4** – Динаміка середніх значень показателя відносної пошкодженості личинками каштанової мінувальної моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) листової поверхності рослин конського каштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) в Мінську в 2013–2019 гг.

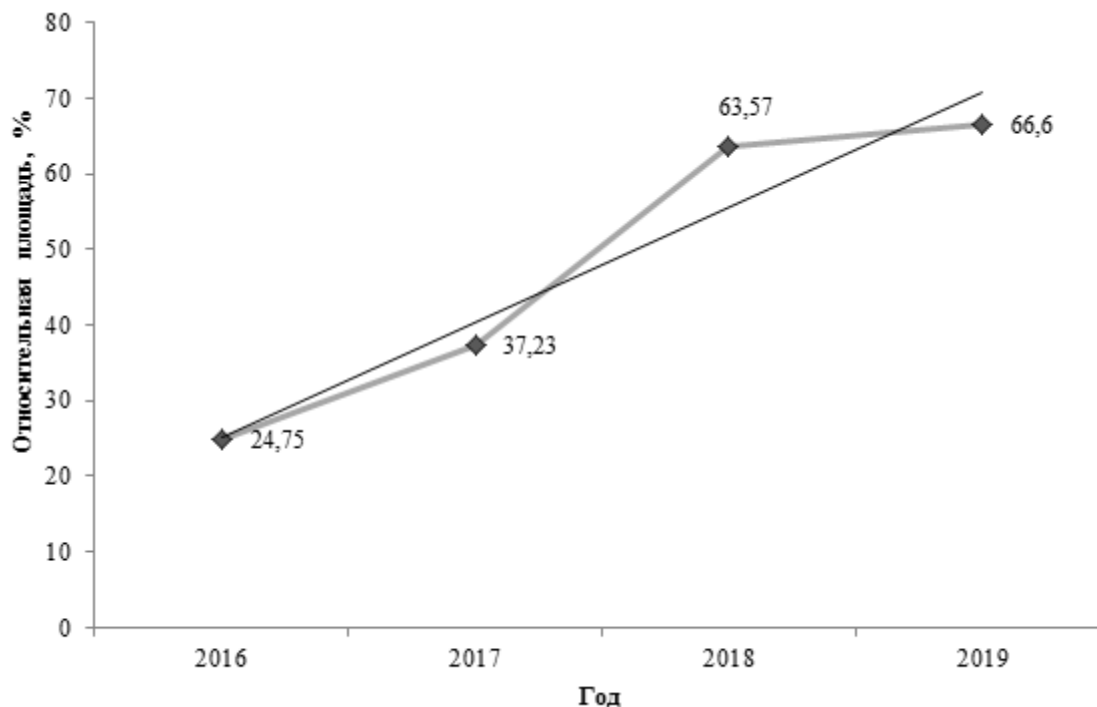


Рис. 5 – Динамика средних значений показателя относительной поврежденности личинками каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič) листовой поверхности растений конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) в Гродно в 2016–2019 гг.

## ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИЗУЧЕНИЯ

По результатам выполненных исследований представляется возможным констатировать, что в период по завершении экспансии каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) по территории Беларуси значения показателя относительной площади поврежденной личинками листовой поверхности конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) молью варьирует как по годам, так и отдельным населенным пунктам и районам интродукции древесных растений, коэффициенты вариации данного параметра для отдельных интродукционно-дендрологических районов составляли от 50,66 до 67,76.

Дисперсионный анализ выявил значимые различия значений показателя относительной площади поврежденной листовой поверхности только между Северным и Западным районами, а также Западным и Северо-Центральным интродукционно-дендрологическими районами. В остальных случаях достоверных различий не установлено.

С использованием непараметрического критерия парных различий Вилкоксона выявлены статистически достоверные различия относительной площади поврежденной

личинками каштановой минирующей моли листовой поверхности конского каштана обыкновенного в зеленых насаждениях ряда городов Беларуси в 2016 г. и 2019 г., а именно имеет место роста значений данного показателя в период исследований.

В условиях зеленых насаждений г. Минска наблюдались осцилляции значений рассматриваемого показателя по годам, тогда как в декоративных посадках в г. Гродно прослеживался его поступательный рост, который может быть объяснен «эффектом накопления» инвайдера. Возможным объяснением наблюдаемых различий могут быть отличия технологии ухода за посадками конского каштана обыкновенного в условиях данных городов: в г. Минске повсеместно практикуется осенняя уборка листового опада, в то время как в г. Гродно она на регулярной основе не осуществляется. Значение изъятия листового опада конского каштана вместе с зимующим запасом *C. ohridella* для популяционной динамики инвайдера должно составить предмет целенаправленных исследований в будущем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Семенченко, В. П., Ред. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / сост.:



- А. В. Алехнович и др.; под общ. ред. В. П. Семенченко. Беларуская Навука: Минск. 2016; с 105.
2. Lees, D. C. [et al.] Tracking origins of invasive herbivores through herbaria and archival DNA: the case of the horse-chestnut leaf miner. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2011; 9, p 322–328.
3. Рогинский, А. С. [и др.] Распространение и вредоносность каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič) в зеленых насаждениях Беларуси. *Труды Белорусского государственного университета*, 2014; 9, 2. с 95–103.
4. Акимов, И. А. [и др.] Биология каштановой минирующей моли *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Украине. *Вестник зоологии*, 2003; 37, 5. с 41–52.
5. Акимов, И. А. [и др.] Первое сообщение о появлении в Украине каштановой минирующей моли *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) на конском каштане обыкновенном *Aesculus hippocastanum* (Hippocastanaceae). *Вестник зоологии*, 2003; 37, 1. с 3–12.
6. Зерова, М. Д. [и др.] *Каштановая минирующая моль на Украине*. ТОВ «Велес»: Киев. 2007; с 87.
7. Рогинский, А. С. [и др.] Каштановая минирующая моль (*Cameraria ohridella* Deshka & Dimič, 1986) в Беларуси: экспансия завершена. *Зоологические чтения – 2015: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Бенедикта Дыбовского, Гродно, 22–24 апреля 2015 г.* ГрГУ: Гродно, 2015; с 215–217.
8. Рогинский, А. С.; Буга, С. В. Трофические связи охридского минера и возможные риски повреждения древесных растений в зеленых насаждениях Беларуси. *Структура и динамика биологического разнообразия: Материалы I республиканской заочной научно-практической конференции молодых ученых, Минск, 23 декабря 2019 г.* БГУ: Минск, 2019; с 214–217.
9. Рогинский, А. С. Динамика площади поврежденной личинками каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella*) листовой поверхности и декоративности каштанов в зеленых насаждениях г. Минска. *Open science 2.0: Collection of scientific articles*. North Carolina, 2018; 6, p 93–98.
10. Моштыль, С. О.; Рогинский, А. С.; Буга, С. В. Динамика относительной площади поврежденной личинками каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella*) поверхности листочков сложных листьев конского каштана обыкновенного в зеленых насаждениях г. Минска. *Зоологические чтения – 2019: сборник статей международной научно-практической конференции, Гродно, 22–22 марта 2019 г.* ГрГУ: Гродно, 2019; с 201–203.
11. Рогинский, А. С.; Анацко, Ю. В.; Буга, С. В. Оценка относительной площади поврежденных личинками каштановой минирующей моли листовых пластинок конских каштанов в отдельных населенных пунктах Беларуси. *Структура и динамика биологического разнообразия: Материалы I республиканской заочной научно-практической конференции молодых ученых, Минск, 23 декабря 2019 г.* БГУ: Минск, 2019; с 217–220.
12. Рогинский, А. С.; Буга, С. В. Динамика развития мин личинок каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) на листовых пластинках каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) в условиях Беларуси. *Труды Белорусского государственного университета*, 2016; 11, 1, с 314–319.
13. Нестерович, Н. Д. *Интродукционные районы и древесные растения для зеленого строительства в Белорусской ССР*. Наука и техника: Минск. 1981; с 111.
14. Бридсон, Д.; Фоман Л. *Гербарное дело. Справочное руководство*. Кью: Королевский ботанический сад. 1995; с 342.
15. Синчук, О. В. [и др.] *Количественная оценка поврежденности инвазивными минирующими насекомыми листовых пластинок декоративных древесных растений*. БГУ: Минск. 2016; с 30.
16. PAST 4.03 manual [Electronic resource]. Mode of access: <https://folk.uio.no/ohammer/past/past4manual.pdf>; date of access: 25.07.2020.
17. Рогинский, А. С. Влияние изъятия зимующего запаса каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) на повреждаемость каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) в зеленых насаждениях г. Минска. *Труды Белорусского государственного университета*, 2016; 11, 2. с 299–304.
18. Рогинский, А. С.; Гляковская, Е. И. Поврежденность личинками каштановой минирующей моли листовых пластинок конского каштана обыкновенного в зеленых насаждениях г. Гродно в летний период. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*, 2018; 3. с 93–98.