

Assessment of leaf damage degree in *Aesculus hippocastanum* L. during the growing season in the conditions of Dnipro city

O. V. Seliutina, K. K. Holoborodko, O. Ye. Pakhomov, A. O. Dubyna

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

Article info

Received 15.11.2021

Received in revised form
25.11.2021

Accepted 03.12.2021

*Oles Honchar Dnipro
National University,
Gagarin Ave., 72, Dnipro,
49010, Ukraine.
Tel.: +38066-795-63-20
E-mail: goloborodko@ua.fm*

Seliutina, O. V., Holoborodko, K. K., Pakhomov, O. Ye., Dubyna, A. O. (2021). Assessment of leaf damage degree in *Aesculus hippocastanum* L. during the growing season in the conditions of Dnipro city. *Ecology and Noospherology*, 32(2), 82–86. doi:10.15421/032114

One of the unique indicators of environmental pollution is *Aesculus hippocastanum* Linnaeus, 1753, distributed in different ecological conditions of most European cities in both the southern and northern temperate zones. For a long time bitter chestnut belonged to the number of highly resistant wood species. But in the last two decades, the condition of bitter chestnut plantations has deteriorated significantly due to the impact of adverse abiotic environmental factors (due to global climate change and increasing man-made load), and due to mass reproduction of phytophagous and phytopathogenic. *A. hippocastanum* especially suffers from chestnut miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986), for which it is the main forage plant. The aim of our study was to assess the degree of damage to the leaf surface of *Aesculus hippocastanum* L. during the growing season in the Dnipro. Analysis of damage to the leaf blades of the forage plant *C. ohridella* was performed for four years (2018–2021) visually on a modified scale proposed by M. D. Zerova et al. (2007). The research covered eight main park urban ecosystems of the Dnipro. Four stable generations of *C. ohridella* were established in the city of Dnipro. The development period of one separate generation of chestnut miner lasts from 65 to 110 days. The beginning of the flight of adults of the first generation occurs at the end of April and the beginning of May. Monitoring was carried out during three summer months, which corresponds to the main feeding period of the three most active generations of *C. ohridella* (I, II and III). *A. hippocastanum* leaf blades have been found to be damaged differently in different park urban ecosystems. The highest percentage of damage in all park areas is observed in August, when three generations were almost completely fed. A significant dependence of the area of affected leaves of bitter chestnut common invasive *C. ohridella* on the period of the growing season was found. According to our research, in all eight test plots, which corresponded to the main area and functional load of the green areas of the Dnipro, during the summer there is an increase in the area affected by the miner leaf in chestnuts. During the four years of observations (2018–2021), in the city of Dnipro, this generalized indicator ranged from 32% in June to 65% in August. This increase can be explained by the increase in the number of mines, due to the gradual emergence of the second and third generations of *C. ohridella*, each of which is more numerous than the previous one.

Keywords: impact of invasive species; *Cameraria ohridella*; *Aesculus hippocastanum* sustainability; urban park ecosystems; urban environment

Оцінка ступеня пошкодження листкової поверхні *Aesculus hippocastanum* L. протягом вегетаційного сезону в умовах м. Дніпро

О. В. Селютіна, К. К. Голобородько, О. Є. Пахомов, А. О. Дубина

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

У статті представлено результати дослідження впливу життєдіяльності гусени каштанового мінери (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) на ступінь пошкодження поверхонь гіркокаштану звичайного (*Aesculus hippocastanum* Linnaeus,

1753) протягом вегетаційного сезону в умовах м. Дніпро. Установлено постійне достовірне збільшення відсотка ураження листової поверхні *A. hippocastanum* в усіх паркових урбоекосистемах від початку червня (коли відбувається живлення гусені останніх віків I генерації) до кінця серпня (живлення гусені останніх віків III генерації). Протягом чотирьох років спостережень для м. Дніпро цей узагальнений показник становив від 32 % у червні до 65 % у серпні.

Ключові слова: вплив інвазійних видів; *Cameraria ohridella*; стійкість *Aesculus hippocastanum*; паркові урбоекосистеми; міське середовище

Вступ

Одним з унікальних індикаторів забруднення навколишнього середовища є гіркогоштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* Linnaeus, 1753), поширений у різних екологічних умовах більшості європейських міст як у південній, так і в північній зоні з помірним кліматом (Hryhoryuk et al., 2004; Grabenweger, Grill, 2000; Holoborodko et al., 2021). Він відноситься до природного фільтру очищення повітря, ґрунту і води від токсичних речовин, які у великій кількості викидаються промисловими підприємствами великих міст, а також є цінною породою через широке використання в медицині (Apers et al., 2006; Čalić-Dragosavac, 2010; Štajner et al., 2014).

Тривалий час гіркогоштан звичайний належав до числа високоствіжних деревних порід (Hryhoryuk et al., 2004). Але в останні два десятиліття стан гіркогоштанових насаджень суттєво погіршився як внаслідок впливу несприятливих абіотичних факторів середовища (через глобальні зміни клімату та посилення техногенного навантаження), так і через масове розмноження фітофагів і фітопатогенів (Hryhoryuk et al., 2004; Shupranova et al., 2014; Holoborodko et al., 2016; Jagiełło et al., 2017).

Особливо *A. hippocastanum* потерпає від каштанового мінера (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986), для якого вона є основною кормовою рослиною. Наслідком такого впливу є сильне пошкодження листя і передчасна дефоліація, що негативно позначається на накопиченні резервів поживних речовин, необхідних для підтримки життєвості рослин узимку і відновлення росту навесні (Zerova et al., 2007). Рівень пошкодження гусінню *C. ohridella* листових пластинок гіркогоштану в умовах зелених насаджень міст сягає від 3,0 до 84,5 % (Zerova et al., 2007; Shupranova et al., 2019).

Походження цього фітофага довгий час залишалось нез'ясованим, оскільки він не був виявлений у місцях природного зростання роду *Aesculus* ні в Східній Азії, ні в Америці. Його походження з південних Балкан (Албанія, Македонія та Греція) було доведено на основі генетичного аналізу (Valade et al., 2009), який показав, що генетичне різноманіття виду найбільш велике в місцях його початкового виявлення. Звідти за невідомою причиною почав розповсюджуватися один його гаплотип, який і сформував сьогодинішній новий ареал виду. Цей фітофаг занесений до числа 100 найнебезпечніших інвазійних видів Європи (Augustin, 2008), а його біологія, екологія, фізіологія та біохімія, шляхи ефективного управління активно вивчаються (Baraniak et al., 2005; Holoborodko et al., 2009; Stygar et al., 2010; Rämert et al., 2011; Barta, 2018; Seliutina et al., 2020).

Метою нашого дослідження було здійснити оцінку ступеня пошкодження листової поверхні *Aesculus hippocastanum* L. протягом вегетаційного сезону в умовах м. Дніпро.

Матеріали та методи досліджень

Аналіз ушкодження листових пластинок кормової рослини *C. ohridella* проводили протягом чотирьох років (2018–2021 рр.) візуально за модифікованою шкалою, запропонованою М. Д. Зеровою та ін. (2007). Дослідженнями було охоплено вісім основних паркових урбоекосистем м. Дніпро, де висаджено дерева гіркогоштану (парк

Придніпровський; парк Мануйлівський; парк Молодіжний; парк ім. Т.Г. Шевченка; парк ім. Л. Глоби; Ботанічний сад ДНУ; парк Дружби народів; сквер Металургів). В них було виділено вісім груп модельних дерев гіркогоштану звичайного 20–30-річного віку із близькими морфолого-таксаційними ознаками, але з різним ступенем ураженості листків мінером *C. ohridella*. Моніторинг здійснювався протягом трьох літніх місяців, що відповідає основному періоду живлення трьох найактивніших генерацій *C. ohridella* (I, II та III).

Отримані дані аналізували за допомогою програми Statistica (версія 8, StatSoft, США). Оскільки в місті не було знайдено абсолютно непошкодженого *C. ohridella* дерев гіркогоштану звичайного, за контроль взято насадження з низьким (8,67 %) ураженням рослин мінером.

Результати та їх обговорення

В умовах міста Дніпро було встановлено 4 стійкі генерації *C. ohridella* (Holoborodko et al., 2009). Термін розвитку однієї окремої генерації каштанового мінера триває від 65 до 110 діб. Початок льоту імаго I генерації припадає на кінець квітня – початок травня. На спалахи чисельності *C. ohridella* значною мірою впливає висока температура повітря, що пояснюється прискоренням розвитку генерації. Тривалість I і II генерацій каштанового мінера збільшилась, а III і IV залишилась незмінною. Хоча середня тривалість генерації збільшувалась протягом 2017–2019 років. Наприклад, тривалість II вегетації *C. ohridella* змінюється від 80 до 83 діб, а тривалість IV генерації – від 96 діб до 109. Тривалість II і III генерації мінера значно більша за тривалість I і IV генерацій за рахунок сприятливіших умов існування, а саме високих температур. IV генерація перед відходом на зимівлю завжди найкоротша і спалахів чисельності не має.

Погодні умови різних років суттєво впливають на динаміку та тривалість розвитку певної генерації. Наприклад, основною причиною гибелі гусені *C. ohridella* другого та п'ятого віку IV генерації є зниження температури повітря та пов'язаний з ним розвиток незворотних змін у паренхімі листя *A. hippocastanum*, коли гусінь ще має здібність активно жити. Гусені всіх віків каштанового мінера витримують температуру до -5 °C мінімум протягом доби та температуру -10 °C до трьох годин, при якій повністю руйнується паренхіма листової пластинки гіркогоштану.

У кількісному відношенні виходу на зимівлю у популяції домінують гусені, більша частина яких гине, не встигнувши залялькуватись. Для успішного виживання *C. ohridella* в період зимівлі необхідні певні мікрокліматичні умови: температура та вологість. Каштановий мінер зимує лише на стадії лялечки. Приморозки призводять до загибелі значної кількості самок та відкладених яєць, це знижує чисельність популяції каштанового мінера та збільшує тривалість розвитку кожної генерації.

Моніторинг здійснювався протягом трьох літніх місяців, що відповідає основному періоду живлення трьох найактивніших генерацій *C. ohridella* (I, II та III). З'ясувалось, що листові пластинки *A. hippocastanum* ушкоджуються по-різному в різних паркових урбоекосистемах. Найбільший відсоток ушкоджень в усіх паркових зонах спостерігається в серпні, коли своє живлення майже повністю здійснили три генерації (табл. 1).

Таблиця 1

Описові статистики пошкодження листкової поверхні *C. ohridella* (у %, середнє $\pm$ ст. помилка, N = 9), початок

Біогеоценоз	Місяць	Пошкодження $\pm$ ст. помилка, %
Сквер Металургів	Червень	63,33 $\pm$ 3,28
	Липень	80,50 $\pm$ 4,37
	Серпень	94,50 $\pm$ 1,61
Парк Мануйлівський	Червень	6,67 $\pm$ 0,88
	Липень	9,67 $\pm$ 1,33
	Серпень	14,00 $\pm$ 1,32
Парк ім. Т. Г. Шевченка	Червень	32,67 $\pm$ 2,60
	Липень	52,33 $\pm$ 2,40
	Серпень	76,67 $\pm$ 0,88
Парк Дружби народів	Червень	60,00 $\pm$ 1,73
	Липень	79,17 $\pm$ 1,36
	Серпень	95,67 $\pm$ 0,67
Парк ім. Л. Глоби	Червень	39,50 $\pm$ 1,26
	Липень	50,67 $\pm$ 1,20
	Серпень	79,00 $\pm$ 1,53
Парк Молодіжний	Червень	7,17 $\pm$ 0,73
	Липень	12,17 $\pm$ 2,95
	Серпень	14,83 $\pm$ 1,59
Ботсад ДНУ	Червень	39,50 $\pm$ 1,04
	Липень	51,50 $\pm$ 1,32
	Серпень	78,17 $\pm$ 0,60
Парк Придніпровський	Червень	6,00 $\pm$ 0,29
	Липень	9,67 $\pm$ 0,88
	Серпень	92,00 $\pm$ 0,58
У цілому		47,72 $\pm$ 3,73

За час II генерації мінера *C. ohridella* в місті Дніпро найменший рівень пошкодження листкових пластинок дерев гіркогоштану звичайного виявився в липні на дослідних ділянках парків Мануйлівський та Придніпровський 9,67 % і Молодіжний 12,17 %.

У серпні рівень пошкодження листкових пластинок дерев *A. hippocastanum* на даних дослідних ділянках збільшився: незначно Мануйлівський – 14 %, Молодіжний – 12,17 % у зв'язку з розвитком III генерації гусені каштанового мінера. Декоративність дерев при цьому практично втрачена не була, крім парку Придніпровський, де рівень пошкодження становив майже 92 %.

Пошкодження листкової пластинки від 50 до 80 % у липні за час II генерації мінера було притаманне деревам гіркогоштану звичайного на дослідних ділянках в умовах територій парків Т. Г. Шевченка, Лазаря Глоби і Ботанічного саду Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара. На дослідних ділянках в умовах насаджень лісопарку Дружби народів і скверу Металургів ступінь ураженості листків *A. hippocastanum* сягав 79,17 % та 80,5 % відповідно, що співвідноситься з істотною втраченою декоративності майже всіма піддослідними рослинами.

За усередненими даними за період спостережень 2017–2021 рр. для зелених зон м. Дніпро нами був установлений постійний ріст уражень листкових пластинок для всіх ділянок спостережень (рис. 1) протягом вегетаційного сезону.

Таким чином, за дослідженнями візуальної оцінки ступеня ураженості листкових пластинок гіркогоштану звичайного каштановим мінером за II та III генерацій інвайдера у насадженнях *A. hippocastanum* спостерігаються відмінності в індивідуальній стійкості рослин, що сприяє вивченню внутрішньовидових відмін в їх метаболізмі за впливу *C. ohridella*. Умови навколишнього середовища в період спостережень були сприятливими для розвитку каштанового мінера, внаслідок чого пошкодження листя фітофагом у насадженнях в червні складало від 6 до 63,33 %, у липні – від 9,67 до 80,5 %, а в серпні – від 14 до 94,5 %.

Нами також встановлено постійне достовірне збільшення відсотка ураження листкової поверхні *A. hippocastanum* в усіх паркових урбоєкосистемах від початку червня (коли відбувається живлення гусені останніх віків I генерації) до кінця серпня (живлення гусені останніх віків III генерації). Протягом чотирьох років спостережень для м. Дніпро цей узагальнений показник становив від 32 % у червні до 65 % у серпні.

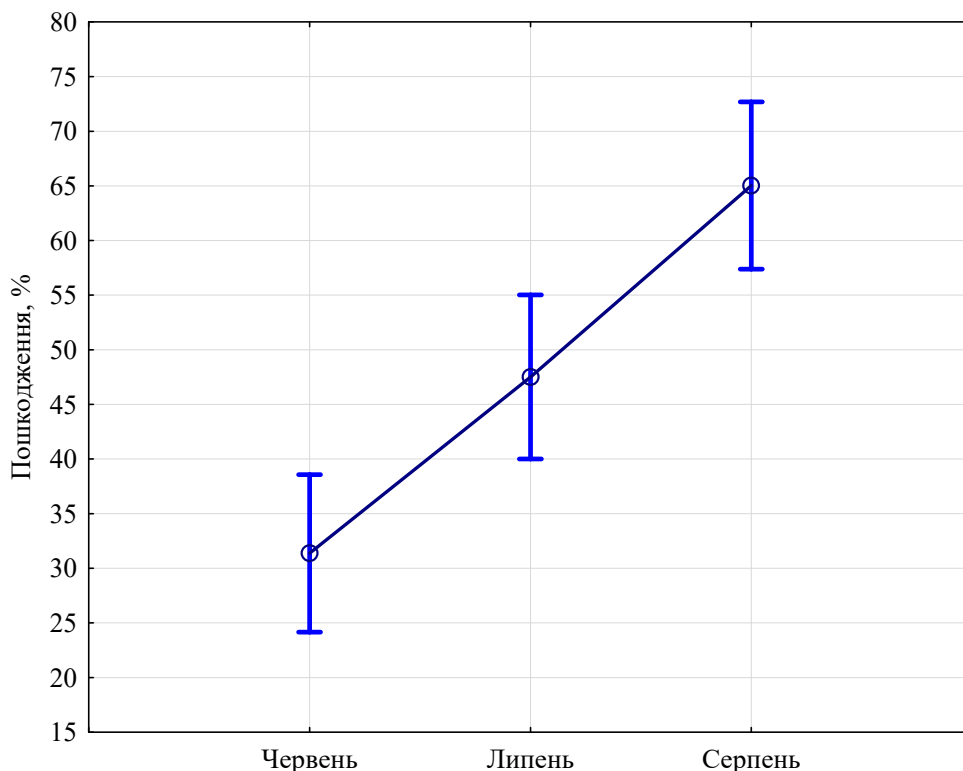


Рис. 1. Залежність рівня пошкодження листової поверхні від місяця.
Вісь ординат – пошкодження листової пластинки, % від площі поверхні

Висновки

З'ясовано достовірну залежність площі ураженого листя гіркого каштану звичайного інвазійним *C. ohridella* від періоду вегетаційного сезону. Як показали наші дослідження, на всіх восьми пробних ділянках, що відповідали основним за площею та функціональним навантаженням зеленим зонам м. Дніпро, протягом літнього періоду відбувається збільшення ураженої мінером площі листка в гіркого каштану. Протягом чотирьох років спостережень (2018–2021 рр.) по м. Дніпро цей узагальнений показник становив від 32 % у червні до 65 % у серпні. Такий ріст можна пояснити збільшенням чисельності мін через поступову появу II та III генерацій *C. ohridella*, кожна з яких є чисельнішою за попередню.

References

- Apers, S., Naessens, T., Pieters, L., Vlietinck, A. (2006). Densitometric thin-layer chromatographic determination of aescin in a herbal medicinal product containing Aesculus and Vitis dry extracts. *Journal of Chromatography*, A. 1112 (1-2), 165–170.
- Augustin, S., Guichard, S., Heitland, W., Freise, J., Svatoš, A., Gilbert, M. (2008). Monitoring and dispersal of the invading Gracillariidae *Cameraria ohridella*. *Journal of Applied Entomology*, 133(1), 58–66.
- Baraniak, E., Walczak, U., Zduniak, P. (2005). Appearance and migration of the horse-chestnut leafminer *Cameraria ohridella* in relation to city size and leaf-raking, using the example of two cities in Western Poland. *Journal Pest Science*, 78, 145–149.
- Barta, M. (2018). In planta bioassay on the effects of endophytic *Beauveria* strains against larvae of horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella*). *Biological Control*, 121, 88–98.
- Čalić-Dragosavac, D., Zdravković-Korać, S., Šavikin-Fodulović, K., Radojević, C., Winterhalter, B. (2010). Determination of aescin content in androgenic embryos and hairy root culture of *Aesculus hippocastanum*. *Pharmaceutical Biology*, 48(5), 563–567.
- Grabenweger, G., Kehrli, P., Schlick-Steiner, B., Steiner, F., Stolz, M., Bacher, S. (2005). Predator complex of the horse chestnut leafminer *Cameraria ohridella*: identification and impact assessment. *Journal of Applied Entomology*, 129 (7), 353.
- Holoborodko, K. K., Ryabka, K. O., Zaitseva, I. A., Kondratieva, K. V. (2009). Poshyrennya ta suchasnyy stan kashtanovoyi minuyuchoyi moli (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) u m. Dnipropetrovs'k [Distribution and current state of chestnut moth (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) in Dnepropetrovsk]. *Problems of bioindication and ecology* 14 (2): 163–168 (in Ukrainian).
- Holoborodko, K. K., Marenkov, O. M., Gorban, V. A., Voronkova, Y. S. (2016). The problem of assessing the viability of invasive species in the conditions of the steppe zone of Ukraine. *Visn. Dnipropetr. Univ. Ser. Biol. Ekol.* 24(2), 466–472.
- Holoborodko, K. K., Seliutina, O. V., Ivanko, I. A., Alexeyeva, A. A., Shulman, M. V., Pakhomov, O. Y. (2021). Effect of *Cameraria ohridella* feeding on *Aesculus hippocastanum* photosynthesis. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(2), 346–352.
- Hryhoryuk, I. P., Mashkovs'ka, S. P., Yavorovs'kyi, P. P., Kolesnichenko, O. V. (2004). *Biolohiya kashtaniv* [Biology of chestnuts]. Kyiv, Logos, 380 (in Ukrainian)
- Jagiello, R., Baraniak, E., Karolewski, P., Łakomy, P., Behnke-Borowczyk, J., Walczak, U., Giertych, M. J. (2017). Ecophysiological aspects of the interaction between *Cameraria ohridella* and *Guignardia aesculi* on *Aesculus hippocastanum*. *Dendrobiology*, 78, 146–156.
- Rämert, B., Kenis, M., Kärestam, E., Niström, M., Rånbäck, L.-M. (2005). Host plant suitability, population dynamics and parasitoids of the horse chestnut leafminer *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in southern Sweden. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*, 61(5), 480–486.
- Seliutina, O. V., Shupranova, L. V., Holoborodko, K. K., Shulman, M. V., Bobylev, Y. P. (2020). Effect of *Cameraria ohridella* on accumulation of proteins, peroxidase activity

- and composition in *Aesculus hippocastanum* leaves. Regulatory Mechanisms in Biosystems. 11 (2), 299–304.
- Shupranova, L. V., Kharytonov, M. M., Khlopova, V. M. (2014). Air pollution Assessment in the Dnepropetrovsk Industrial Megapolice of Ukraine. Proceedings of the 32nd NATO/SPS International Technical Meeting on Air Pollution Modeling and its Application. Utrecht, The Netherlands. 7-11 May, 2012: Springer Science+Business Media Dordrecht, 101–104.
- Shupranova, L. V., Holoborodko, K. K., Seliutina, O. V., Pakhomov, O. Y. (2019). The influence of *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) on the activity of the enzymatic antioxidant system of protection of the assimilating organs of *Aesculus hippocastanum* in an urbogenic environment. Biosyst. Divers., 27(3), 238–243.
- Štajner, D., Popović, B. M., Čalić, D., Štajner, M. (2014). Comparative study of antioxidant status in androgenic embryos of *Aesculus hippocastanum* and *Aesculus flava*. The scientific World Journal. 18–25.
- Stygar, D., Dolezych, B., Nakonieczny, M., Zaak, M. (2010). Digestive enzymes activity in larvae of *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae). Comptes Rendus Biologies, 333, 725–735.
- Valade, R., Kenis, M., Hernandez-Lopez, A., Augustin, S., Mari Mena, N., Magnoux, E., Rougeric, R., Lakatos, F., Rogues, A. & Lopez-Vaamonde, C. (2009). Mitochondrial and microsatellite DNA markers reveal a Balkan origin for the highly invasive horse-chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae). Molecular Ecology, 18 (6), 3458–3470.
- Zerova, M. D., Nikitenko, G. N., Narolskiy, N. B., Gershenzon, Z. S., Sviridov, S. V., Lukash, O. V., Babidorich, M. M. (2007). Kashtanovaya miniruyushchaya mol' v Ukraine [Chestnut mining moth in Ukraine], Kiev, 90 (in Russian).