

АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *AESCULUS* L. ДО ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ В УМОВАХ МІСТА ХЕРСОНА

Сараненко І.І.

Херсонський державний університет
вул. Університетська, 27, 73000, м. Херсон
i.i.saranenko@ukr.net

Висловлено пропозицію щодо включення в програму навчально-польової загальноекологічної практики реєструючих методів біоіндикації на прикладі визначення стійкості до забруднення довкілля представників роду *Aesculus* L. Акцентовано увагу на доступності до об'єктів дослідження, на легкості та наочності виконання й прогнозування очікуваних результатів.

Ключові слова: *Aesculus* L, ступень пошкодження, стійкість, *Camerariaohridella* Deschka & Dimic.

Анализ стойкости представителей рода *Aesculus* L. к загрязнению окружающей среды в условиях города Херсона. Сараненко И.И. Высказано предложение о включении в программу учебно-полевой общеэкологической практики регистрирующих методов биоиндикации на примере определения устойчивости к загрязнению окружающей среды представителей рода *Aesculus* L. Акцентировано внимание на доступности к объектам исследования, на легкости и наглядности выполнения и прогнозирования ожидаемых результатов. *Ключевые слова:* *Aesculus* L, степень повреждения, устойчивость, *Camerariaohridella* Deschka & Dimic.

Analysis of the resistance of the genus *Aesculus* L. To environmental pollution in the city of Kherson. Saranenko I.I. A proposal was made to include in the program of educational field general environmental practice of registering bioindication methods using the example of determining the resistance to environmental pollution of representatives of the genus *Aesculus* L. Attention is focused on accessibility to the objects of study; ease and clarity of performance and prediction of expected results. *Key words:* *Aesculus* L, damage level, resilience, *Camerariaohridella* Deschka & Dimic.

Постановка проблеми. Навчально-польова загальноекологічна двотижнева практика проводиться для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти другого року навчання спеціальності 101 «Екологія» та є вдалим поєднанням навчальної й наукової діяльності, особливо якщо використовуються інноваційні форми її проведення, наприклад, коли кожне навчальне завдання супроводжується хоча й незначним, але важливим науковим завданням. Польова практика не тільки формує в здобувачів уміння провести польові дослідження природних компонентів і ландшафтів району практики з метою оцінки екологічного стану території, але й збагатити свої знання, проявити творчий підхід під час обговорень і дискусій, складання звіту, підготовки до контролю. За підсумками досліджень є можливість презентації та захисту матеріалів власних напрацювань.

Наукова робота здобувачів у польових умовах забезпечує формування здатності до творчого вирішення завдань щодо екологічного стану компонентів довкілля. Це є найкращі умови для підготовки наукових доповідей і статей за матеріалами власної роботи. У процесі польових наукових робіт, їх аналізу й оформлення здобувач повинен засвоїти не менше 77 навчальних елементів. Для якісного виконання всіх завдань практики необхідне базове матеріально-технічне забезпечення, яке не завжди

підтримується на належному рівні. Тому наразі потрібно шукати нові об'єкти, створювати й запроваджувати ощадливі методики щодо проведення практик за професійним спрямуванням. Наприклад, реєструвальні методи біоіндикації найбільш доступні для здобувачів, не вимагають значних витрат праці й устаткування, а тому можуть широко використовуватися в навчальному процесі.

Об'єктами для дослідження обрані представники роду гірकोкаштанів у межах міста Херсона: гірकोкаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.), гіркокаштан червоний (*Aesculus pavia* L.), гіркокаштан криваво-м'ясний (*Aesculus* × *carnea* Zeyh.).

Актуальність дослідження. Нині особливої актуальності набуває вирішення проблем, пов'язаних із використанням, збереженням і відновленням рослин роду гіркокаштанових в антропогенно зміненому середовищі. Підраховано, що 1 га насаджень гіркокаштанів поглинає в середньому 5,9–9,5 т вуглекислого газу й виділяє в атмосферу 4,3–6,9 т кисню. Каштани по всій Україні і Європі потерпають від хвороб. Деревя передчасно жовкнуть, рано втрачають листя. Деякі екологи стверджують, що гіркокаштани можуть потерпати від кислотних дощів, але й інші дерева; причиною є велика кількість токсичних речовин або нестача деяких елементів у ґрунті, а саме заліза й калію. На стан дерев у містах може

вплинути велика кількість технічної солі, якою посипали дороги й тротуари взимку. Крім цього, листя дерев страждає через повітря, просочене вихлопними газами. Нині достеменно встановлено, що український гірकोкаштан пошкоджується метеликом міліметрових розмірів, який в ентомології відомий як мінуюча міль.

Каштанову мінуючу міль в Україні вивчали такі науковці, як М.Д. Зерова, Г.М. Нікітенко, Н.Б. Нарольський, З.С. Гершензон, С.В. Свиридов, О.В. Лукаш, М.М. Бабидорич [3; 4]; стійкість гіркокаштанових до забруднення середовища досліджували такі вчені, як П.С. Гнатів, В.Г. Радченко, О.Г. Луцишин, Н.В. Палапа, П.П. Яворовський, Н.В. Коломієць, І.К. Тесленко [5; 6].

Виклад основного матеріалу. Від забруднення повітря страждають біологічні системи різного походження. Але слід мати на увазі, що тварини й людина адаптовані до постійного утримання в повітрі кисню, у той час як рослини з їх асиміляційним апаратом пристосовані до значно більш низьких концентрацій в атмосфері CO₂, а тому більш чутливі до концентрацій шкідливих речовин у повітрі. Із цієї причини рослинам надається особливе значення як біоіндикаторам атмосферного забруднення. Вищі рослини дуже різняться за чутливістю до різноманітних забруднювачів повітря.

У рослин під дією різних стресорів виникають біохімічні, фізіологічні та морфологічні відхилення від норми. Останні досить часто використовуються як показники в якості тест-функцій, оскільки вони можуть вивчатися без спеціальних лабораторій і навченого персоналу.

Перед початком проходження навчально-польової загальноєкологічної практики здобувачі отри-

мали завдання з поставленими задачами, однією з яких було визначити стійкість представників роду *Aesculus* L. до забруднення довкілля в умовах міста Херсона. Для її виконання використовували листя гіркокаштана звичайного, гіркокаштана червоного, гіркокаштана криваво-м'ясного, що зростають у паркових насадженнях і зелених зонах на вулицях Шангелія, Патона, Преображенській й на Агробіостанції (ботанічний сад ХДУ) у період із травня по вересень у 2017 та 2018 роках.

Аналіз кліматичних умов проводили за літературними даними [7; 8] (табл. 1), морфологічних ознак – за методиками О.В. Мусатової й В.П. Бессонової [9; 10] (табл. 2, 3), листя на наявність *Camerariaohridella* Deschka & Dimic обстежували відповідно до робіт М.Д. Зерової, Г.М. Нікітенко [3; 4] та В.Г. Радченко [7]. У якості реагентів використовували оцтову кислоту 12%, NH₄OH, гідроксид аміаку 10% (нашатирий спирт) і водний розчин хлору 0,1% (табл. 4). Для контрольних проб обирали деревні насадження, що зростають на незабруднених територіях у межах району дослідження.

Важливим чинником відновлення деревних рослин у лісових екосистемах є інтенсивність плодоношення [11; 12]. Цей показник має велике значення в оцінюванні стану фітоценозів, у прогнозуванні їхнього відновлення та розробленні природоохоронних заходів. Наші дослідження показали, що інтенсивність плодоношення представників гіркокаштанових в умовах забруднення знижується (табл. 2).

Найбільше відхилення значень (Δ , %) кількості суцвіть і плодів на модельній гілці в рослин дослідного варіанта порівняно з контролем має гіркокаштан звичайний (18,3 і 28,5), найменше – гіркокаштан криваво-м'ясний (0,97 і 1,6). Для дослі-

Таблиця 1

Узагальнююча характеристика представників роду *Aesculus* L.

Назва виду	Ареал	Клімат	Морфологія	Статус	Застосування
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	від Балкан до гори Піндус	помірний	дерево, h – 36 м, кора світло-бура, квітка біла із жовтуватого-червоною плямою	уразливий	декоративний, медонос, медицина
<i>Aesculus pavia</i> L.	Північна Кароліна – Флорида	тропічний, субтропічний	дерево (кущ), h – 4 м, кора бурого-сіра, квітка червона	стійкий, гібридний	декоративний
<i>Aesculus</i> × <i>carnea</i> Zeyh.	Європа, Північна Америка	помірний, субтропічний	дерево, h – 25 м, кора червоно-коричнева, квітка яскраво-червона з жовтим	уразливий гібрид	декоративний

Таблиця 2

Кількість суцвіть і плодів на модельній гілці представників роду *Aesculus* L.

Вид	Кількість суцвіть на модельній гілці, шт.			Кількість плодів у суцвітті, шт.		
	Контроль	Дослід	Δ , %	Контроль	Дослід	Δ , %
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	10,53±0,029	8,6±0,052	18,3	7,23±0,017	5,17±0,029	28,5
<i>Aesculus pavia</i> L.	6,93±0,021	6,07±0,014	12,4	16,15±0,011	15,73±0,015	2,6
<i>Aesculus</i> × <i>carnea</i> Zeyh.	10,27±0,055	10,17±0,036	0,97	9,73±0,021	9,57±0,027	1,6

дження ступеня пошкодження ретельно оглядалося листя з гілок 10 дерев кожного виду одного віку на висоті 1,3–1,7 м. Ступінь пошкодження розраховувався, виходячи з типу пошкодження (на 100 листків) за такою формулою:

$$a = \frac{b}{100} \times 100\%.$$

де a – ступінь пошкодження;

b – кількість листів із певним типом ушкодження;

100 – кількість досліджених листків з 1 дерева.

Усього досліджено 3000 листків із 30 дерев (гіркогоштанів) (табл. 3). На рослинах, що ростуть на контрольній ділянці, пошкоджень не виявлено.

Визначення стійкості полягало в додаванні 15–20 крапель розчинів на листову пластинку та фіксуванні часу появи ураження (табл. 4).

Виявилось, що найбільш стійким до забруднювачів є гіркогоштан криваво-м'ясний, найуразливіший – гіркогоштан звичайний, середньостійкий – гіркогоштан червоний. Отже, серед досліджуваних представників роду гіркогоштанових реєструючим біоіндикатором є гіркогоштан звичайний.

Дослідження впливу мікрокліматичних умов оточуючого середовища й опалого листя на інвазію *C. ohridella* проводилося так: листки гіркогоштанів

відбиралися по 5 штук із 5 випадково обраних дерев у двох вуличних і парковому насадженнях на висоті 1,5–2 м. Усього було зібрано 75 пошкоджених листків з усіх ділянок спостереження. Гіркогоштан по вулиці Патона й на Агробіостанції (ботанічний сад ХДУ) знаходяться поблизу автомагістралі, вулиці Шенгелія та Преображенська більш віддалені від автошляхів. Відстань між деревами й на вулицях, і в парку – 4 м. Кількість мін на одній листовій пластинці, шт.: вул. Патона – $40,0 \pm 5,0$; вул. Шенгелія – $25,0 \pm 5,0$; паркове насадження – $33,0 \pm 5,0$ (табл. 5). На контрольній ділянці міни виявлені тільки в гіркогоштану звичайного в кількості $10,0 \pm 5,0$ шт.

Таким чином, можна припустити, що саме мікрокліматичні особливості середовища найбільше впливають на стан популяції *C. ohridella*. З'ясувалося, що в більш посушливих і загазованих умовах вул. Патона гіркогоштанів є більш пошкодженими; це може бути пов'язано зі скороченням строків розвитку всіх чотирьох генерацій молі, що призводить до більшої кількості випадків заляльковування. Досить сильне пошкодження листків гіркогоштану в парковій зоні, найімовірніше, пов'язане з тим, що там не проводиться восени загібання й спалення опалого листя, як це робиться жителями вулиці Шенгелія.

Таблиця 3

Ступінь пошкодження представників роду *Aesculus L.*

Вид гіркогоштанових	Пошкодження, %		
	Некрози	Деформація	Чорні плями
<i>Aesculus hippocastanum L.</i>	2,1	1,2	1,8
<i>Aesculus pavia L.</i>	0,7	0,5	0,9
<i>Aesculus × carnea Zeyh.</i>	–	0,1	–

Таблиця 4

Результати впливу кислотного, лужного та хлорного забруднювачів

Назва виду	Очевидна дія забруднювача (у хвиликах)						$\bar{\Delta}$, %
	CH ₃ COOH (12%)		NH ₄ OH (10%)		HClO (0,1%)		
	Контроль	Дослід	Контроль	Дослід	Контроль	Дослід	
<i>Aesculus hippocastanum L.</i>	30	22	38	30	45	33	25,0
<i>Aesculus pavia L.</i>	34	30	41	37	48	44	10,0
<i>Aesculus × carnea Zeyh.</i>	39	37	45	45	50	49	2,4

Таблиця 5

Результати обстеження кількості мін на одній листовій пластинці

Місце розташування деревних насаджень	Вид гіркогоштану	Кількість мін на одній листовій пластинці, шт.
вул. Патона	<i>Aesculus hippocastanum L.</i>	$40,0 \pm 5,0$
вул. Шенгелія		$25,0 \pm 5,0$
паркове насадження		$33,0 \pm 5,0$
Агробіостанція – ботанічний сад ХДУ		$21,0 \pm 5,0$
	<i>Aesculus pavia L.</i>	–
вул. Преображенська	<i>Aesculus × carnea Zeyh.</i>	–

Стійкість гіркокаштанових до ураження мінуючою мілью (у балах)

Гіркокаштан звичайний	Гіркокаштан червоний	Гіркокаштан криваво-м'ясний
1,0–2,0	3,0–4,0	5,0
сприятливі умови для розвитку популяції молі, висока харчова цінність	виживають не всі особини, тому що харчова цінність дерев нижча	не виживають гусениці молодшого віку

У цій роботі виконаний аналіз стійкості представників гіркокаштанових за власними спостереженнями та літературними даними. Оцінка стійкості проводилася за п'ятибальною шкалою: 1) нестійкі (1–2 бали); 2) середньостійкі (3–4 бали); 3) стійкі (5 балів) (табл. 6).

Отже, у ході навчально-польової загальноєкологічної практики визначено, що найбільш стійким видом до ураження *C. ohridella* в умовах міста Херсона є гіркокаштан криваво-м'ясний. Під час виконання завдання навчально-польової загальноєкологічної практики виявлений ентомопатогенний грибок *Paecilomyces fumosoroseus* із сімейства *Trichosomaceae*, який вражає особин молей. Отримані результати можуть бути враховані під час озеленення міста.

Головні висновки. Навчально-польова загальноєкологічна практика для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти другого року навчання спеціальності 101 «Екологія» потребує ретельної організації та запровадження сучасних методик і міжнародного досвіду для підготовки висококваліфікованих фахівців. Застосування реєструючих методів біоіндикації значно зменшує мате-

ріальні затрати та дозволяє на яскравих прикладах опанувати методи біоіндикації.

Під час визначення стійкості до забруднення навколишнього середовища представників роду гіркокаштанів в умовах міста Херсона здобувачі з'ясували, що доцільно насаджувати гіркокаштан криваво-м'ясний, який проявляє високу стійкість до забруднювачів і *C. ohridella*.

Перспективи використання результатів дослідження. Виконання актуальних ситуаційних завдань із науковим підґрунтям під час проходження навчально-польової загальноєкологічної практики сформує в здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти другого року навчання спеціальності 101 «Екологія» знання ролі різноманітних рослинних угруповань у формуванні екологічного стану територій; сучасних методик щодо виявлення основної проблематики озеленення міста; кліматичних і мікрокліматичних показників, що впливають на стійкість видів рослин до забруднення довкілля; уміння самостійно визначати реєструючі біоіндикатори; установлювати найстійкіші види рослин; оцінювати екологічну ситуацію в місті.

Література

1. Григорюк І.П., Машковська С.П., Яворовський П.П., Колесніченко О.В. Біологія каштанів. К.: Логос, 2004. 380 с.
2. Мэннинг У.Дж., Федер У.А. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 211 с.
3. Зерова М.Д., Никитенко Г.Н., Нарольский Н.Б., Гершензон З.С., Свиридов С.В., Лукаш О.В., Бабидорич М.М. Каштановая минирующая моль в Украине. К.: ТОВ «Велес», 2007. 88 с.
4. Нікітенко Г.М., Свиридов С.В. Комплекс шкідливих членистоногих на кінському каштані в умовах м. Києва. Захист і карантин рослин. К., 2007.
5. Гнатів П.С. Середовище, антропогенні чинники й адаптація рослин. Науковий вісник Волинського національного університету ім. Лесі Українки. Сер.: Біологічні науки. Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2008. Вип. 3. С. 257–264.
6. Третяк П.Р., Гнатів П.С., Щербина М.О. Дендрофлора ботанічних садів загальнодержавного значення Львівщини. Наук. вісн. УкрДЛТУ. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2000. Вип. 10(3). С. 133–156.
7. Радченко В.Г., Луцишин О.Г., Палапа Н.В. Функціональний стан гіркокаштану звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) в умовах техногенного забруднення довкілля Київського мегаполісу. Екологія та ноосферологія. Д.: ДНУ ім. Олеса Гончара, 2010. № 1–2. С. 4–18.
8. Акимов И.А., Зерова М.Д., Гершензон З.С., Нарольский Н.Б., Коханец А.М., Свиридов С.В. Первое сообщение о появлении в Украине каштановой минирующей моли *Camerariaohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) на конском каштане обыкновенном *Aesculushippocastanum* (Hippocastanaceae). Вестн. зоологии. К.: Институт зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України, 2003. 37(1). С. 3–12.
9. Мусатова О.В. Биоиндикация и биоповреждения: методические рекомендации к лабораторным работам. Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2006. 32 с.
10. Бессонова В.П. Методи фітоіндикації в оцінці екологічного стану довкілля. Запоріжжя: ЗДУ, 2001. 315 с.
11. Лаптев О.О. Інтродукція та акліматизація рослин з основами озеленення. К.: Фітосоціоцентр, 2001. 127 с.
12. Трибель С.О., Гаманова О.М., Свентославські Я. Каштанова мінуюча міль. К.: Колобіг, 2008. 70 с.