

УДК 712.4:711.42

І.О. Рибалка, Ю.І. Вергелес

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

УРАЖЕННЯ НАСАДЖЕНЬ ОМЕЛОЮ БІЛОЮ (*VISCUM ALBUM L.*) ЯК ПРОБЛЕМА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В САДОВО-ПАРКОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ УКРАЇНИ

У наш час санітарний стан насаджень загального користування здебільшого не відповідає сучасним вимогам ведення паркового господарства, при цьому одним із факторів, які це обумовлюють, є омела біла. Встановлено види дерев, які є найбільш уразливими до впливу цієї рослини: тополя чорна, осика, яблуня домашня, тополя біла, тополя Болле, горобина звичайна тощо.

Ключові слова: омела біла, міське довкілля, екологічна безпека, насадження, садово-паркове господарство.

Постановка проблеми

У покращенні стану міського довкілля та його безпеці важлива роль належить вуличним і парковим насадженням. Відповідний добір деревних і чагарникових рослин для озеленення вулиць, парків, промислових територій і мікрорайонів житлової забудови може суттєво покращити умови праці і відпочинку людей. Однак потрібно визнати, що в сучасних дослідженнях та практиці озеленення населених місць недостатньо уваги приділяється різним факторам, що впливають на стан насаджень, і, головне, їх взаємодії. І якщо інфекційні хвороби деревних рослин певною мірою вивчені, то про вищих квіткових напівпаразитів відомо дуже мало. Це зокрема стосується омели білої (*Viscum album L.*) [4], яка паразитує на багатьох деревних рослинах: кленах, тополях, ясенах, липах, березах тощо.

Вважається, що ця рослина спричиняє уповільнення росту, передчасну дефоліацію, зменшення площі фотосинтезуючих тканин, зміни у водному та вуглецевому балансі дерев-живителів, що неминує призводить до зниження стійкості деревних рослин до інших факторів пошкодження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Численні публікації у науковій і популярній літературі свідчать, що на сьогодні омела біла вже вважається справжнім екологічним лихом Києва, Харкова, Івано-Франківська, Полтави, Білої Церкви, Черкас, Умані тощо [2, 3, 6 – 8, 10 – 14].

Для боротьби з цією рослиною-напівпаразитом використовують механічні, хімічні та біологічні методи. Н. Таран та ін. зазначають [15], що проведення подібного роду робіт є дуже складним, оскільки дерево-живитель, на якому паразитує омела, в результаті має залишитися живим та максимально неушкодженим.

Над розробкою хімічних препаратів для захисту дерев від місцевих видів омели працюють іспанські [16] та угорські [22] дослідники тощо, біологічні методи контролю (зокрема вплив на омелу грибів-надпаразитів) активно вивчають у Туреччині [19]. Роботи над розробкою комплексних рекомендацій щодо управління місцевими видами омели ведуть в Індії, де нині напівпаразит безконтрольно розповсюджується та завдає вагомої шкоди плодовим садам [21].

Разом із тим, контроль за розповсюдженням омели не може зводитися до її суцільного винищення. Чисельними дослідженнями доведено, що вона відіграє ключову роль у забезпеченні біорізноманіття та стійкості міських екосистем [23]: на територіях, де рослина була повністю знищена, через три роки після її видалення спостерігалось скорочення загального видового різноманіття птахів у середньому на 20 % у порівнянні з контролем (території, де омела продовжувала рости). Н. Ю. Таран із співавторами підкреслюють [15], що у результаті знищення омели неминує зменшиться чисельність птахів, які живляться її плодами. Лише екологічно обґрунтовані стратегії можуть стати основою інтегрованих засобів контролю за розповсюдженням омели у сучасних технологіях садово-паркового господарства.

У статті [24] зазначається, що захист деревних рослин від впливу омели білої має бути спрямований не на її знищення, а на регулювання та утримання її щільності в ландшафті на господарсько невідчутному рівні, шляхом ретельного підбору видів дерев в озелененні міст.

Численні дослідження у різних країнах світу присвячені визначенню видів деревних рослин, на яких може паразитувати омела біла. Зведений список дерев-живителів омели налічує 411 видів, при цьому в Європі вона виявлена на 384 видах, із яких 190 видів – це інтродукти. Так, у Польщі омела біла зафіксована на 194 видах дерев, у Хорватії – на 52, у Словенії – на 25, у Чеській Республіці – на 53,

у Словаччині – на 35, у Швейцарії – на 17, у Нідерландах – на 12. У межах вторинного ареалу поширення рослини, у США, омела біла зафіксована на 22 видах дерев. Вона зустрічається на представниках родин *Tilia* spp., *Aser* spp., *Populus* spp., *Salix* spp., *Betula* spp., *Pyrus* spp., *Malus* spp., *Quercus* spp., *Sorbus* spp. тощо [24]. Незважаючи на широкий спектр деревних рослин, на яких паразитує омела біла, відомості про види, яким рослина-напівпаразит віддає перевагу в насадженнях, досить суперечливі. Так, у Каліфорнії (США) [17] та м. Лодзь (Польща) [18] омела зустрічається найчастіше на клені сріблястому (*Acer saccharinum* L.), у Чеській Республіці – на представниках роду тополя (*Populus*) [20], а у Києві (Україна) – на клені гостролистому (*Acer platanoides* L.) [5]. Таким чином, визначення видів, яким омела біла віддає перевагу в насадженнях, є актуальним на цей час.

Фактори, які впливають на розповсюдження омели білої на насадження, також є недостатньо дослідженими. Можна припустити, що одним із них є видове багатство деревостану, але цю гіпотезу необхідно перевірити.

Мета даного дослідження – визначення видів дерев, яким омела біла віддає перевагу при заселенні, для оптимізації складу та таксономічної структури насаджень, що, в свою чергу сприятиме підвищенню рівня екологічної безпеки садово-паркового господарства міст.

Виклад основного матеріалу

Дослідження проведено у 2006–2010 рр. на території м. Харків. За ландшафтним районуванням вона відноситься до Харківської схилово-височинної області Середньоруської лісостепової провінції Східноєвропейської рівнинної ландшафтної країни і розташована на південному заході Середньо-Руської височини. Клімат помірний, із середньорічною кількістю опадів 500–570 мм і середніми температурами січня – -8°C , липня – понад 20°C . Основні генетичні типи ґрунтів – чорноземи (які утворилися на лесах різного механічного складу) і сірі опідзолнені лісові ґрунти, які на території міста зазнали істотної антропогенної трансформації [11].

Ділянки, на яких проведено дослідження (вересень 2006 р. – квітень 2010 р., листопад – грудень 2016 р., січень 2017 р.), знаходились у північній, північно-східній, центральній та південно-східній частинах м. Харків (рис. 1). Геометрично вони представляють собою квадрати площею 40 га, які вибиралися по карті в межах міського сельбищного ландшафту.

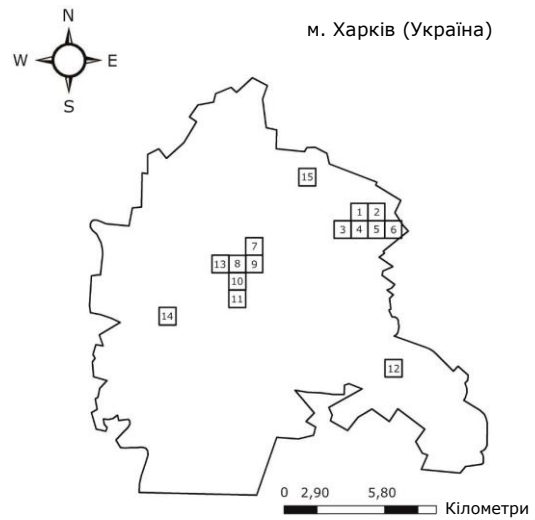


Рис. 1. Розміщення досліджуваних ділянок на території м. Харків (Україна)

Під час польових досліджень визначали чисельність омели білої, видовий склад насаджень, відстань між деревами. Натурні спостереження за омелою проведено за оригінальною методикою. Всі кущі омели на окремому дереві з одним головним стовбуром або на дереві з декількома головними стовбурами, які за вживаними в лісівництві критеріями вважаються окремими деревами, або на кількох деревах, які утворюють групу (тобто щонайменш два дерева, відстань між якими є меншою за діаметр крони кожного із них) вважалися «дискретною групою». Для відображення кількості кущів омели в кожній окремій дискретній групі застосовували шкалу чисельності: для кількості кущів від 1 до 5 індекс чисельності становив «1»; для 6–10 – «2»; 11–20 – «3»; 21–40 – «4»; 41–80 – «5», 81–160 – «6», 161–320 – «7», 321–640 – «8» (враховуючи, що в межах Харкова не виявлено дискретних груп, у яких було більш ніж 640 кущів омели, розроблена шкала була обмежена індексом чисельності «8»).

Зважаючи на те, що найбільшу рівномірність покриття території забезпечують схеми, запропоновані О. Любищевим [9], при зборі натурних даних щодо видового складу насаджень використовували одну з його схем (рис. 3). При зборі даних про склад насаджень фіксували всі види дерев, які траплялися на маршруті у смузі 100 м завширшки. Видові назви дерев наведені згідно з [8].

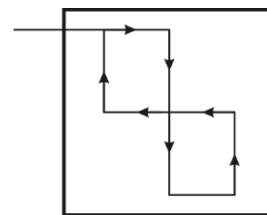


Рис. 2. Схема розташування маршруту обстеження у квадраті: стрілками показано напрямок руху дослідника [9].

За результатами натурних спостережень за омеєю для кожної досліджуваної ділянки визначали загальну кількість кущів рослини із застосуванням індексу чисельності за формулою середнього геометричного. Далі розраховували щільність омели (кущів/км²). Після цього визначали загальну кількість кущів омели на кожному із видів дерев-живителів, які були виявлені у насадженнях. За результатами досліджень насаджень визначали середню відстань між деревами.

Враховуючи, що за даними польових спостережень за омеєю у період із вересня 2006 р. по квітень 2010 р. в межах квадратів № 7 – № 11 і № 13 (центральна частина міста) таксономічна приналежність для кленів, тополь та ясенів була визначена до роду, а в межах квадрату № 12 (південно-східна частина міста) – таксономічна приналежність була визначена до роду для тополь, у листопаді – грудні 2016 року та у січні 2017 року було проведено додаткове дослідження, яке дозволило скоригувати вибіркові дані за 2006 – 2010 рр. Для цього в межах ділянок № 7 – № 11, № 13 і № 12 було сформовано випадкові вибірки дерев-живителів омели із застосуванням маршрутного методу досліджень. При зборі фіксувались усі дерева-живителі омели, які траплялися на маршруті у смузі 100 м завширшки. Для кожної деревної рослини було визначено вид, індекс чисельності омели та популяційно-демографічний коефіцієнт. За даними маршрутного обліку було визначено частоти кожного виду дерев-живителів омели у зібраній вибірці. Перш ніж скоригувати дані спостережень за 2006 – 2010 рр. по квадратам № 7 – № 11, № 12 і № 13, дані маршрутного обліку дерев-живителів омели у 2016 р. були перевірені на достовірність, тобто частоти, розраховані для представників родів клен, тополя та ясен за даними маршрутного обліку, не повинні були достовірно відрізнятися від тих частот, які були по них розраховані за даними спостережень у 2006 – 2010 рр. «Нульову» гіпотезу, тобто припущення, що різниця між генеральними параметрами порівнюваних груп рівна нулю і що відмінності, які спостерігаються між вибірковими характеристиками, носять не систематичний, а виключно випадковий характер, було перевірено з застосуванням t-критерію Стьюдента [13].

Гіпотезу про наявність взаємозв'язку між певними видами деревних рослин у насадженнях та чисельністю на них омели було перевірено на основі даних польових спостережень за омеєю у 2016 р. (зібраних у межах квадратів № 7 – № 11 і № 13) із застосуванням коефіцієнта парної кореляції Пірсона (r_a). На підготовчому етапі кореляційного аналізу було перевірено гіпотезу про нормальність розподілу вихідних даних (програмне забезпечення – пакети *Statistica 10.0* і *MS Excel*). Для цього було застосовано критерії Колмогорова-Смірнова (з виправленням Ліллефорса), Шапіро-Уїлка, а також визначено відношення розмаху мінливості в кожному досліджуваному часовому ряді до його стандартного відхилення за формулою:

$$C = |P / \sigma|, \quad (1)$$

де P – розмах коливань, тобто значення, отримане шляхом віднімання мінімального спостереження із максимального; σ – стандартне відхилення ряду.

Гіпотеза щодо нормальності розподілу приймається як робоча, якщо тест Колмогорова-Смірнова (з виправленням Ліллефорса) має рівень значущості $p \geq 0,2$, тест Шапіро-Уїлка – $p \geq 0,5$ та якщо величина C знаходиться в межах довірчих інтервалів випадкової величини [13].

На першому етапі аналізу отриманих даних було визначено види деревних рослин, яким омела біла віддає перевагу в насадженнях. Для цього визначали ступінь відносної біотопічної приуроченості [9] омели білої до окремих видів дерев-живителів. Загальна кількість дерев на ділянці була розрахована на підставі вибірових досліджень на маршрутах через середню відстань між деревами. Кількість дерев кожного виду в межах досліджуваної ділянки дорівнювала добутку загальної кількості дерев на частку виду у складі насаджень, яка обраховувалась також на підставі даних вибірових досліджень на маршрутах.

Ступінь відносної біотопічної приуроченості (F_{ij}) омели білої до окремих видів дерев було розраховано за формулою:

$$F_{ij} = \frac{n_{ij}N - n_iN_j}{n_{ij}N + n_iN_j - 2n_{ij}N_j}, \quad (2)$$

де n_{ij} – кількість омели білої на j -му виді дерев-живителів; N_j – кількість дерев j -го виду, на яких виявлено омелу; n_i – частка j -го виду дерев у складі насаджень; N – загальна кількість дерев у насадженнях.

Значення показника в інтервалі $-1 < F_{ij} < 0$ інтерпретуються як негативна приуроченість (унікнення) i -го виду до j -го місцезростання, в інтервалі $0 < F_{ij} < 1$ – як позитивна приуроченість i -го виду до j -го місцезростання; при $F_{ij} = 0$ вид «байдужий» до нього (не відхиляє, але й не віддає переваги), при $F_{ij} = +1$ i -й вид живе лише в j -му місцезростанні, при $F_{ij} = -1$ – його повністю уникає [9].

На другому етапі було визначено взаємозв'язок між щільністю омели і видовим багатством насаджень. Видове різноманіття деревостану для кожного досліджуваного квадрата було розраховано за індексами Бергера-Паркера та Шеннона [1]. Вихідні параметри складу і структури угруповань для розрахунку індексів багатства деревостою визначалися як: нехай S – множина усіх видів, які знаходяться в деякому угрупованні або вибірці, що сформована у результаті обстеження пробної ділянки площею A з використанням відомих методик кількісного вивчення рослинного чи тваринного населення, тоді параметрами, які необхідні для розрахунку показників багатства, є:

$$S - \text{видове багатство угруповання (вибірки)}$$

$$S = \text{card} \{S\} \quad (3)$$

(card – кардіальне число, яке показує кількість різних елементів деякої множини i , відповідно, є цілим натуральним числом від 0 до $+\infty$).

N_i – багатство (чисельність, відносне проективне покриття) i -го виду в угрупованні (вибірці), $i \in [1; S]$ (якщо мірою багатства виду в угрупованні є відносне проективне покриття, пропонується використовувати символ P_i),

N – сумарне багатство усіх видів угруповання (вибірки)

$$N = \sum_{i=1}^S N_i \quad (4)$$

Індекс Шеннона розраховували за формулою:

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln p_i \quad (5)$$

Цей індекс має статистичний характер, тому для кожного розрахованого по конкретній вибірці індексу Шеннона можна оцінити такі параметри, як дисперсія і стандартна похибка. Ці параметри, в свою чергу, можна використовувати для оцінки достовірності (за критеріями Фішера і Стьюдента) самих індексів. Дисперсія індексу Шеннона визначається за формулою Дж. Хатчинсона [1].

Індекс Бергера-Паркера є найпростішою і, як показали численні дослідження, найнадійнішою мірою домінування, що дорівнює відносному

багатству самого численного у вибірці виду; його розраховували за формулою:

$$I_{RB} = \max(p_i \mid_{i=1}^S) \quad (6)$$

Чим вищий цей показник, тим нижче багатство для даного угруповання в ряду досліджених угруповань [1].

Перша досліджувана вибірка представляла собою дані польових спостережень за омелою у період із вересня 2006 р. по квітень 2010 р. (загальна кількість виявлених дерев-живителів омели $N = 1095$), друга – дані маршрутного обліку дерев-живителів омели, зібрані у 2016 р. ($N = 107$), третя – дані маршрутного обліку дерев-живителів омели, зібрані у 2017 р. ($N = 40$). Результати визначення частот для трьох видів дерев, таксономічна приналежність яких була визначена до роду (клен, тополя, ясен; квадрати № 7 – № 11 і № 13) представлено у табл. 1. Там же відображено результати перевірки даних маршрутного обліку дерев-живителів омели у 2016 р. на достовірність. Із таблиці 1 зрозуміло, що різниця між частотами, розрахованими для представників родів клен, тополя та ясен за даними спостережень у 2006 – 2010 рр. та за даними маршрутного обліку дерев-живителів омели у 2016 р. не є статистично достовірною, це дозволяє уточнити зібрані раніше дані.

Таблиця 1

Результати статистичного аналізу дерев-живителів омели, таксономічна приналежність яких була визначена до роду на ділянках № 7 – № 11 і № 13

Родова назва деревної рослини	Вибірка, №	Об'єм вибірки	Частка деревних рослин	Помилка різниці між частками, s_{dp}	Достовірність різниці між даними польових спостережень за дерева-живителями омели	
					$t_{факт.}$	$t_{0,05}$
Клен	1	126	0,239	0,083	1,18	1,96
	2	36	0,336			
Тополя	1	202	0,383	0,092	0,91	1,96
	2	32	0,299			
Ясен	1	153	0,290	0,085	0,55	1,96
	2	36	0,336			

Результати визначення частоти дерев-живителів омели з таксономічною приналежністю до роду *Populus* за даними маршрутного спостереження в межах ділянки № 12 представлено у табл. 2, у ній же відображено результати перевірки даних маршрутного обліку дерев-живителів омели у 2017 р. на достовірність. Із таблиці 2 зрозуміло, що

різниця між частотами, розрахованими для дерев-живителів омели за даними спостережень у 2006 – 2010 рр. та за даними маршрутного обліку дерев-живителів омели у 2017 р. не є статистично достовірною, що дозволяє уточнити зібрані раніше дані і по тополям.

Таблиця 2

Результати статистичного аналізу дерев-живителів омели, таксономічна приналежність яких була визначена до роду на ділянці № 12

Родова назва деревної рослини	Вибірка, №	Об'єм вибірки	Частка деревних рослин	Помилка різниці між частками, s_{dp}	Достовірність різниці між даними польових спостережень за дерева-живителями омели	
					$t_{факт.}$	$t_{0,05}$
Тополя	1	147	0,368	0,127	0,26	1,96
	3	16	0,400			

За даними натурних спостережень у межах 15 досліджуваних ділянок омела біла була виявлена на 20 видах дерев: березі повислій (0,4 % від загальної кількості вражених омелою дерев), груші звичайній (0,1 %), вербі білій (0,4 %), каштані кінській (0,4 %), клені гостролистім (29,8 %), клені сріблястім (11,3 %), клені ясенелистім (0,5 %), липі європейській (0,5 %), липі серцелистій (1,8 %), осиці (3,6 %), робінії несправжньоакацієвій (4,6 %), горобині звичайній (1,6 %), тополі бальзамічній (8,2 %), тополі білій (0,2 %); тополі пірамідальній (гібридах) (0,6 %), тополі чорній (19,6 %), яблуні домашній (0,3 %), ясені американським (15,1 %), ясені високим (0,5 %), тополі Болле (0,8 %).

Видовий склад насаджень на 15 досліджуваних квадратах був представлений 51 видом дерев: абрикос звичайний (3,17% від загальної кількості дерев на досліджуваних ділянках); алича (0,25 %); береза повисла (5,93 %); біота східна (0,17 %); вишня звичайна (1,96 %); в'яз голий (0,15 %); в'яз граблистий (1,54 %); в'яз шершавий (0,53 %); гінго дволопатевий (0,02 %); груша звичайна (1,03 %); дуб черешчатий (1,10 %); ялина колюча (0,89 %); ялина звичайна (2,20 %); верба біла (0,70 %); верба ломка (0,15 %); гірськокаштан кінський (12,92 %); клен несправжньоолтановий (явір) (0,06 %); клен гостролистий (20,26 %); клен польовий (0,02 %); клен сріблястий (4,54 %); клен татарський (0,04 %); клен ясенелистий (3,31 %); липа серцелиста (10,72 %); липа срібляста (0,19 %); липа широколиста (7,51 %); лох сріблястий (0,02 %); горіх волоський (0,36 %); осика (0,06 %); робінія

несправжньоакацієва (3,08 %); горобина звичайна (1,54 %); горобина шведська (0,06 %); слива домашня (0,80 %); сосна звичайна (0,17 %); тополя бальзамічна (3,44 %); тополя біла (0,17 %); тополя Болле (0,51); тополя духмяна (0,78 %); тополя канадська (0,04 %); тополя китайська (1,18 %); тополя лавролиста (0,06 %); тополя пірамідальна (гібриди) (3,57 %); тополя срібляста (0,13 %); тополя чорна (0,53 %); туя західна (0,04 %); черемха звичайна (0,03 %); черешня (0,08 %); шовковиця (біла й чорна разом) (0,02 %); яблуна домашня (1,54 %); яблуна сливолиста (0,36 %); ясен високий (1,29 %) та ясен зелений (0,51 %).

Вихідні дані для визначення коефіцієнтів парної кореляції Пірсона представлено у табл. 3. Результати перевірки даних на нормальність розподілу – у таблиці 4.

Таблиця 3 – Вихідні дані для кореляційного аналізу

Вид дерева	Н дерев-живителів (x ₁)	Чисельність омели (x ₂)
Клен гостролистий	18	211
Клен сріблястий	18	309
Робінія несправжньоакацієва	3	33
Тополя бальзамічна	8	106
Тополя Болле	2	10
Тополя чорна	22	470
Ясен високий	1	8
Ясен американський	35	432

Таблиця 4 – Оцінка нормальності розподілу спостережень у вибірках

Часовий ряд	Тест Колмогорова-Смірнова (з виправленням Ліллефорса)	Тест Шапіро-Уїлка	S	Тест на нормальність
x ₁	p < 0,20*	p = 0,30046	2,84*	позитивний
x ₂	p < 0,20*	p = 0,18500	2,45*	позитивний

Примітки: * – гіпотеза щодо нормальності розподілу приймається як робоча.

За результатами трьох проведених тестів гіпотеза щодо нормальності розподілу спостережень у досліджуваних вибірках була прийнята як робоча.

За результатами кореляційного аналізу встановлено, що чисельність омели білої залежить від виду дерев-живителів, на яких вона оселяється (r_a = 0,93; t_{факт.} = 6,19, t_{0,001} = 5,96).

Показник відносної біотопічної приуроченості омели білої до певного виду дерев-живителів було розраховано для 49 видів деревних рослин (табл. 5). Два види дерев (липа європейська та ясен американський) було виключено із аналізу: під час картування дискретних груп омели (коли були зареєстровані усі без винятку дерева-живителі рослини) ці два види дерев були виявлені, але під час вибіркового дослідження видового складу насаджень за маршрутним методом – ні, це унеможливило розрахунок показника F_{ij}).

З таблиці 4 зрозуміло, що найбільш привабливими для омели білої є два види дерев: тополя чорна та її гібриди з непірамідальною формою крони і осика (F_{ij} ≥ 1,000); дещо нижчі значення показника відносної приуроченості омели встановлено для яблуні домашньої, тополі білої, тополі Болле, горобини звичайної, верби білої, ясен високого, клена сріблястого і тополі бальзамічної та її гібридів із непірамідальною формою крони (0,999 ≥ F_{ij} ≥ 0,995); найнижчі – для робінії несправжньоакацієвої, клена ясенелистого та груші звичайної (0,991 ≥ F_{ij} ≥ 0,994). Дуже нечасто омела траплялась на 5 видах дерев, а на 33 видах дерев її взагалі не виявлено. Можливо, це було пов'язано із незначною часткою цих видів у загальній вибірці.

Таблиця 5 – Ступінь відносної приуроченості омели білої до видів дерев-живителів

№ п/п	Вид (кількість дерев у вибірці)	F_{ij}	Приуроченість
1	Тополя чорна (n = 25)	1,000	позитивна
2	Осика (n = 3)	1,000	позитивна
3	Яблуня домашня (n = 73)	0,999	позитивна
4	Тополя біла (n = 8)	0,999	позитивна
5	Тополя Болле (n = 24)	0,998	позитивна
6	Горобина звичайна (n = 73)	0,997	позитивна
7	Верба біла (n = 33)	0,997	позитивна
8	Ясен високий (n = 61)	0,996	позитивна
9	Клен сріблястий (n = 215)	0,996	позитивна
10	Тополя бальзамічна (n = 163)	0,995	позитивна
11	Робінія несправжньоакацієва (n = 146)	0,994	позитивна
12	Клен ясенелистий (n = 157)	0,992	позитивна
13	Груша звичайна (n = 49)	0,991	позитивна
14	Береза повисла (n = 281)	0,987	позитивна
15	Тополя пірамідальна (гібриди) (n = 169)	0,974	позитивна
16	Каштан кінський (n = 612)	0,965	позитивна
17	Клен гостролистий (n = 960)	0,950	позитивна
18	Липа серцелиста (n = 508)	0,947	позитивна
19	Абрикос звичайний (n = 150)	0,000	вид «байдужий»
20	Алича (n = 12)	0,000	вид «байдужий»
21	Біота східна (n = 8)	0,000	вид «байдужий»
22	В'яз голий (n = 7)	0,000	вид «байдужий»
23	В'яз граболистий (n = 73)	0,000	вид «байдужий»
24	В'яз гірський (n = 25)	0,000	вид «байдужий»
25	Верба ламка (n = 7)	0,000	вид «байдужий»
26	Вишня звичайна (n = 93)	0,000	вид «байдужий»
27	Гінкго дволопатовий (n = 1)	0,000	вид «байдужий»
28	Горіх волоський (n = 17)	0,000	вид «байдужий»
29	Горобина шведська (n = 3)	0,000	вид «байдужий»
30	Дуб звичайний (n = 52)	0,000	вид «байдужий»
31	Клен несправжньоплатановий (явір) (n = 3)	0,000	вид «байдужий»
32	Клен польовий (n = 1)	0,000	вид «байдужий»
33	Клен татарський (n = 2)	0,000	вид «байдужий»
34	Липа срібляста (n = 9)	0,000	вид «байдужий»
35	Липа широколиста (n = 356)	0,000	вид «байдужий»
36	Лох сріблястий (n = 1)	0,000	вид «байдужий»
37	Слива домашня (n = 38)	0,000	вид «байдужий»
38	Сосна звичайна (n = 8)	0,000	вид «байдужий»
39	Тополя духмяна (n = 37)	0,000	вид «байдужий»
40	Тополя канадська (n = 2)	0,000	вид «байдужий»
41	Тополя китайська (n = 56)	0,000	вид «байдужий»
42	Тополя лавролиста (n = 3)	0,000	вид «байдужий»
43	Тополя срібляста (n = 6)	0,000	вид «байдужий»
44	Туя західна (n = 2)	0,000	вид «байдужий»
45	Черемуха звичайна (n = 14)	0,000	вид «байдужий»
46	Черешня (n = 4)	0,000	вид «байдужий»
47	Шовковиця (чорна і біла разом) (n = 1)	0,000	вид «байдужий»
48	Яблуня сливолиста (n = 17)	0,000	вид «байдужий»
49	Ялина звичайна (n = 104)	0,000	вид «байдужий»
50	Ялина колюча (n = 42)	0,000	вид «байдужий»
51	Ясен зелений (n = 24)	0,000	вид «байдужий»

В цілому дослідження показало, що найбільш уразливими до впливу омели є деревні рослини, які належать до родини Вербові (*Salicaceae*), особливо тополі. Як правило, це великорозмірні дерева, які можуть досягає 35 – 40 м заввишки, а при

досягненні сенільної фази розвитку – набувати досить розлогої крони. Вважається, що на фоні інших видів деревних рослини вони мають м'яку кору. Тополі часто використовується в озелененні несених пунктів, тому що вони стійкі до надмірної

загазованості й запиленості, знижують рівень шуму, морозостійкі, витримує сильні вітри тощо [14].

Результати визначення індексів Шеннона та Бергера-Паркера, а також щільності омели білої на кожній із досліджуваних ділянок передано в таблиці 6. Достовірної кореляції щільності популяції омели білої з показниками видового різноманіття деревостану не виявлено (рис. 3).

На основі зібраних даних також було визначено кількість ювенільних, генеративних та сенільних кущів омели на кожному із видів дерев-живителів (квадрати № 1 – № 6, № 14, № 15). Достовірних кореляцій їх чисельностей з різним видами деревних рослин не виявлено.

Таблиця 6 – Результати розрахунку індексів Бергера-Паркера і Шеннона, та показника «Щільність омели білої, кущ./км²»

№ квадрату	S =	H' =	I _{BP} =	Щільність омели білої, кущ./км ²
1	23	2,64	0,20	106
2	19	2,46	0,26	41
3	28	2,90	0,16	172
4	22	2,48	0,24	252
5	24	2,60	0,22	219
6	22	2,29	0,24	64
7	28	2,50	0,22	6397
8	27	2,57	0,22	2675
9	26	2,63	0,21	2092
10	25	2,64	0,25	2619
11	15	2,17	0,28	4441
12	26	2,65	0,24	9628
13	18	2,18	0,24	138
14	24	2,73	0,16	1341
15	29	2,72	0,20	263

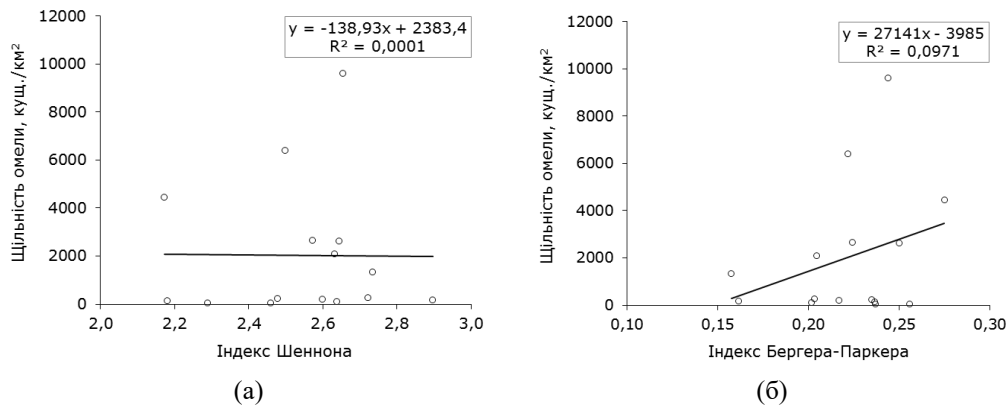


Рис. 3. Зіставлення щільності популяції омели білої і показників видового різноманіття насаджень: (а) – індекс Шеннона; б) – індекс Бергера-Паркера

Висновки

Найбільш привабливими серед деревних видів у складі міських насаджень для омели білої є близько 20 видів, серед яких – тополя чорна та її гібриди з непірамідальною формою крони, осика, яблуня домашня, тополя біла, тополя Болле та її гібриди із непірамідальною формою крони, горобина звичайна, верба біла, ясен високий, клен сріблястий, тополя бальзамічна та її гібриди із непірамідальною формою крони, робінія несправжньоакацієва, клен ясенелистий та груша звичайна. Для підвищення рівня екологічної безпеки насаджень доцільно оптимізувати використання цих видів в озелененні

населених пунктів: повністю відмовлятися від них не варто, оскільки половина із цих видів є автохтонного походження і, разом із рештою адвентивних видів виконують важливі екосистемні функції. Щільність омели білої не залежить від показників видового різноманіття насаджень, тому не варто занадто спрощувати їх таксономічну структуру на користь видів, які є менш чи взагалі непривабливими для омели. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку екологічно обґрунтованих рекомендацій щодо управління популяцією омели білої в урбоекосистемах для зменшення або пом'якшення її негативного впливу на екосистемні послуги в урбосистемах.

Література

1. Басос, Н. Ю. Биоцентрически-сетевая структура урбанизированных ландшафтов (на примере континентальных и приморских городов) / Н. Ю. Басос, Ю. И. Вергелес. – Saarbrücken : Lambert Academic Publishers, 2010. – 92 с.
2. Василенко, І. Д. Боротьба з омелою на деревах тополи у зеленій зоні Білої Церкви / І. Д. Василенко, Л. М. Філіпова, Я. Д. Фучило // Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. – № 23(12). – С. 31–38.
3. Житово, А. В. Стан позахисних смуг в агроландшафтах півдня Київщини / А. В. Житово // Науковий вісник НЛТУ України. – 2016. – № 26(1). – С. 12–18.
4. Іванців, В. В. Екологічні чинники погіршення стану деревних насаджень міста Луцька / В. В. Іванців, О. Я. Іванців // Природа Західного Полісся та прилеглих територій : Зб. наук. праць – 2013. – № 10. – С. 94–100.
5. Левон, Ф. М. Створення зелених насаджень в умовах урбанізованого середовища: вимоги, лімітуючі чинники, шляхи оптимізації / Ф. М. Левон // Науковий вісник Державного лісотехнічного університету України. – 2003. – № 13(5). – С. 157–162.
6. Лисенко, М. Зелені насадження в урбанізованому середовищі міста Івано-Франківська / М. Лисенко // Вісник Прикарпатського національного університету імені В. Стефаника. Сер. «Біологія». – 2007. – № 7. – С. 236–240.
7. Нікітенко, Л. Омела дерева замела [Електронний ресурс] / Л. Нікітенко // Україна молода – щоденна інформаційно-політична газета. – 2004. – № 89. – Режим доступу: <http://www.umoloda.kiev.ua/number/181/116/6274/>.
8. Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин и др. – К. : Наукова думка, 1987. – 548 с.
9. Песенко, Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю. А. Песенко. – М. : Наука, 1982. – 287 с.
10. Радова, В. Поширення омели в Умані вивчатиме спеціальна комісія [Електронний ресурс] / В. Радова // Умань інфо – інформаційний сайт м. Умань. – 2013. – Режим доступу: <http://uman.info/ua/news/poшыrennya-omelyu-v-umani-vyvchatyme-spetsialna-komisiya--3011>.
11. Рибалка, І. О. Вплив омели білої (*Viscum album* L.) на динаміку радіального приросту клена сріблястого (*Acer saccharinum* L.) в Лісостеповій зоні України / І. О. Рибалка, Ю. І. Вергелес, І. М. Коваль // Науковий вісник НЛТУ України. – 2012. – № 22(15). – С. 57–63.
12. Роговський, С. В. Вікові дерева в зелених насадженнях Білої Церкви та їх роль у формуванні сучасного образу міста / С. В. Роговський // Науковий вісник НЛТУ України. – 2014. – № 24 (5). – С. 46–51.
13. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Высшая школа, 1973 – 320 с.
14. Семейство Ивовые (*Salicaceae*) [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://agro-archive.ru/dendrologiya/359-semeystvo-ivovye-salicaceae.html>.
15. Таран, Н. Ю. Біологія розвитку *Viscum album* L. та екологічний моніторинг її поширення в лісопаркових біоценозах / Н. Ю. Таран, Н. Б. Светлова, Л. М. Бацманова, В. З. Улинець, В. В. Ганчурін // Український ботанічний журнал. – 2008. – № 2. – С. 242–251.
16. Brun, A. P. Comparacion de la eficacia de distintos productos quimicos aplicados mediante tratamiento aereo en el control del muerdago (*Viscum album*) sobre *Pinus halepensis* / A. P. Brun, F. F. López // Boletín de Sanidad Vegetal Plagas. – 2001. – Vol. 27, P. 383–388.
17. Hawksworth, F. G. Spread of European mistletoe (*Viscum album*) in California, U.S.A. / F. G. Hawksworth, R. F. Scharpf // European Journal of Plant Pathology. – 1986. – Vol. 16, 1–5.
18. Kolodziejek, J. Distribution, frequency and host patterns of European mistletoe (*Viscum album* subsp. *album*) in the major city of Lodz Poland / J. Patykowski, R. Kolodziejek // Biologia. – 2013. – Vol. 68, P. 55–64.
19. Okutucu, K. R. Parasitic bacteria and fungi on common mistletoe (*Viscum album* L.) and their potential application in biocontrol / K. R. Okutucu, A. A. Görmez, A. Karagoz, K. Dadasoglu, F. Karaman, İ. Hasanekoglu, İ. K. Şaban // Journal of Phytopathology. – 2013. – Vol. 161, P. 165–171.
20. Prochazka, F. A. Centre of occurrence of *Viscum album* subsp. *album* in eastern Bohemia and an overview of the diversity of its host plants in the Czech Republic / F. A. Prochazka // Preslia. – 2004. – Vol. 76, P. 349–359.
21. Rist, L. The spatial distribution of mistletoe in a Southern Indian Tropical Forest at multiple scales / L. Rist, R. U. Shaanker, J. Ghazoul // Biotropica. – 2011. – Vol. 43. – P. 50–57.
22. Varga, I. Study of the efficiency of different systemic herbicides against European mistletoe (*Viscum album*) and their antifungal activity against hyperparasitic mistletoe fungus / I. Varga, V. Nagy, T. Baltazar, K. K. Matyas, P. Pocza, I. Molnar // Novenyvedelem. – 2012. – Vol. 48. – P. 507–517.
23. Watson, D. M. Mistletoe as a keystone resource: an experimental test / D. M. Watson, M. Herring // Biological Sciences. – 2012. Vol. 279. – P. 3853–3860.
24. Zuber, D. Biological flora of Central Europe: *Viscum album* L. / D. Zuber // Flora. – 2004. – Vol. 18. – P. 181–203.

References

1. Basos, N. Yu. Ecological network structure of urban landscapes (on the examples of inland and coastal cities) / Nadiia Basos, Yuri Vergeles. – Saarbrücken : Lambert Academic Publishers, 2010. – 92 p. (in Russian)
2. Vasylenko, I. D. Control of the White Mistletoe in the urban forest of Bila Tserkva / I. D. Vasylenko, L. M. Filipova, Ya. D. Fuchylo // Naukovyi visnyk NLTU Ukrayiny [National Forestry University of Ukraine]. – 2013. – Vol. 23(12). – P. 31–38. (in Ukrainian)
3. Zhytovo, A. V. The state of the protective forest strips in the agricultural landscapes of the south Kyiv oblast / A. V. Zhytovo // Naukovyi visnyk NLTU Ukrayiny [National Forestry University of Ukraine]. – 2016. – Vol. 26(1). – P. 12–18. (in Ukrainian)
4. Ivantsiv, O. Ya. Environmental factors of tree health deterioration in the urban forest of Luts'k / O. Ya. Ivantsiv // Pryroda Zakhidnogo Polissia ta pryleglykh terytoriy [West Polissia's Nature] : Research Proceedings Book. – 2013. – Vol. 10. – P. 94–100. (in Ukrainian)
5. Levon, F. M. Making urban forest: Requirements, limiting factors, ways of optimization / F. M. Levon // Naukovyi visnyk DLTU Ukrayiny [State Forestry University of Ukraine]. – 2003. – Vol. 13(5). – P. 157–162. (in Ukrainian)
6. Lysenko, M. Urban tree stands of the city of Ivano-Frankivs'k / M. Lysenko // Visnyk of the Vassyl Stefanyk National University of Prykarpattia [Cis-Carpathians]. Biology. – 2007. – Vol. 7. – P. 236–240. (in Ukrainian)
7. Nikitenko, L. The Mistletoe has toed the trees [On-line source] / L. Nikitenko // Ukrayina Moloda – The Daily Newspaper. – 2004. – № 89. – Accessed at: <http://www.umoloda.kiev.ua/number/181/116/6274/>. (in Ukrainian)
8. Identification guide of higher vascular plants of Ukraine / D. N. Dobrochaeva, M. I. Kотов, Yu. N. Prokudin et al. – Kyiv : Naukova Dumka Publ., 1987. – 548 p. (in Russian)
9. Pesenko, Yu. A. Principles and methods of numerical analysis in faunistic studies / Yu. A. Pesenko. – Moscow : Nauka Publ., 1982. – 287 p. (in Russian)

10. Radova, V. The Mistletoe distribution in the city of Uman' will be examined by a special commission [On-line source] / V. Radova // Uman'-Info – The official information site of the city of Uman'. – 2013. – Accessed at : <http://uman.info/ua/news/poshyrennya-omely-v-umani-vyvchatyme-spetsialna-komisiya--3011>. (in Ukrainian)
11. Rybalka, I. O. the White Mistletoe's (*Viscum album* L.) effect on radial increment dynamics in the Silver Maple (*Acer saccharinum* L.) in the Forest Steppe of Ukraine / I. O. Rybalka, Yu. I. Vergeles, I. M. Koval // Naukovyi visnyk NLTU Ukrayiny [National Forestry University of Ukraine]. – 2012. – Vol. 22(15). – P. 57-63. (in Ukrainian)
12. Rogovs'kyi, S. V. Old growth trees in urban forest of Bila Tserkva and their role in making the modern cityscape / S. V. Rogovs'kyi // Naukovyi visnyk NLTU Ukrayiny [National Forestry University of Ukraine]. – 2014. – Vol. 24(5). – P. 46–51. (in Ukrainian)
13. Rokitskiy, P. F. Biological statistics / P. F. Rokitskiy. – Minsk : Vysshaya Shkola Publ., 1973. – 320 p. (in Russian)
14. The Willow Family (*Salicaceae*) [On-line source]. – Accessed at : <http://agro-archive.ru/dendrologiya/359-semeystvo-ivovye-salicaceae.html> (in Russian)
15. Taran, N. Yu. Development biology of *Viscum album* L. and ecological monitoring of its distribution in the forest park biocoenoses / N. Yu. Taran, N. B. Svetlova, L. M. Batsmanova, V. Z. Ulinets', V. V. Hanchurin // Ukrayins'kyi botanichnyi zhurnal [Ukrainian Botanical Journal]. – 2008. – Vol. 2. – P. 242–251. (in Ukrainian)
16. Brun, A. P. Comparacion de la eficacia de distintos productos quimicos aplicados mediante tratamiento aereo en el control del muerdago (*Viscum album*) sobre *Pinus halepensis* / A. P. Brun, F. F. López // Boletín de Sanidad Vegetal Plagas. – 2001. – Vol. 27, P. 383–388.
17. Hawksworth, F. G. Spread of European mistletoe (*Viscum album*) in California, U.S.A. / F. G. Hawksworth, R. F. Scharpf // European Journal of Plant Pathology. – 1986. – Vol. 16, 1–5.
18. Kolodziejek, J. Distribution, frequency and host patterns of European mistletoe (*Viscum album* subsp. *album*) in the

- major city of Lodz Poland / J. Patkowski, R. Kolodziejek // Biologia. – 2013. – Vol. 68, P. 55–64.
19. Okutucu, K. R. Parasitic bacteria and fungi on common mistletoe (*Viscum album* L.) and their potential application in biocontrol / K. R. Okutucu, A. A. Görmez, A. Karagoz, K. Dadasoglu, F. Karaman, İ. Hasanekoglu, İ. K. Şaban // Journal of Phytopathology. – 2013. – Vol. 161, P. 165–171.
20. Prochazka, F. A. Centre of occurrence of *Viscum album* subsp. *album* in eastern Bohemia and an overview of the diversity of its host plants in the Czech Republic / F. A. Prochazka // Preslia. – 2004. – Vol. 76, P. 349–359.
21. Rist, L. The spatial distribution of mistletoe in a Southern Indian Tropical Forest at multiple scales / L. Rist, R. U. Shaanker, J. Ghazoul // Biotropica. – 2011. – Vol. 43. – P. 50–57.
22. Varga, I. Study of the efficiency of different systemic herbicides against European mistletoe (*Viscum album*) and their antifungal activity against hyperparasitic mistletoe fungus / I. Varga, V. Nagy, T. Baltazar, K. K. Matyas, P. Poczai, I. Molnar // Novenyvedelem. – 2012. – Vol. 48. – P. 507–517.
23. Watson, D. M. Mistletoe as a keystone resource: an experimental test / D. M. Watson, M. Herring // Biological Sciences. – 2012. Vol. 279. – P. 3853–3860.
24. Zuber, D. Biological flora of Central Europe: *Viscum album* L. / D. Zuber // Flora. – 2004. – Vol. 18. – P. 181–203.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ф.В. Стольберг, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків.

Автор: РИБАЛКА Інна Олександрівна
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків, асистент
E-mail – Inna.Rybalka@gmail.com

Автор: ВЕРГЕЛЕС Юрій Ігорович
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків, старший викладач
E-mail – Yuri_Vergeles@hotmail.com

ПОРАЖЕНИЕ НАСАЖДЕНИЙ ОМЕЛОЙ БЕЛОЙ (*VISCUM ALBUM* L.) КАК ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В САДОВО-ПАРКОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ УКРАИНЫ

И.А. Рыбалка, Ю.И. Вергелес

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.М. Бекетова, Харьков

В наше время санитарное состояние насаждений общего пользования в основном не соответствует современным требованиям ведения паркового хозяйства, при этом одним из факторов, которые это обуславливают, является омела белая. Установлено виды деревьев, которые являются наиболее уязвимыми к воздействию этого растения: тополь черный, осина, яблоня домашняя, тополь белый, тополь Болле, рябина обыкновенная и т. д.

Ключевые слова: омела белая, городская среда, экологическая безопасность, насаждения, садово-парковое хозяйство.

INFESTATION OF URBAN TREES BY THE WHITE MISTLETOE (*VISCUM ALBUM* L.) AS AN ENVIRONMENTAL SAFETY PROBLEM IN URBAN FORESTRY

I.O. Rybalka, Yu.I. Vergeles

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

Urban tree stands are necessary component of the urban environment providing for its overall safety. Nowadays, the tree health in parks, boulevards, street walks of Ukrainian settlements is often compromised. Among the factors negatively affecting urban tree performance one should mention infestation by the White Mistletoe (*Viscum album* L.). We studied this hemi-parasite species' distribution and biotic associations, as well as tree stand composition and taxonomic diversity on 16 study plots in the city of Kharkiv, Ukraine, in 2007-2010 and 2013-2017. Applying modified index of habitat fidelity (after Pesenko, 1982) we found that the most vulnerable to the White Mistletoe infestation tree species in the city of Kharkiv were the Black Poplar, Aspen, Common Apple Tree, White Poplar, Bolle's Poplar, Mountain Ash, White Willow, Common Ash, Silver Maple, Norway Maple, Box Elder, Balsam Poplar, Black Locust and Common Pear. At the same time these tree species while used in urban horticulture provide for valuable ecosystem services. It is recommended to optimize their usage in urban forestry of the East Forest Steppe natural zone of Ukraine both in terms of tree stands composition and management.

Keywords: the White Mistletoe, urban environment, environmental safety, tree stands, urban forestry