

ОМЕЛА БІЛА (*Viscum album* L.) У МІСЬКОМУ ЛАНДШАФТІ: ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН ЧИСЕЛЬНОСТІ ПОПУЛЯЦІЇ У РЕТРОСПЕКТИВІ ТА НА ПЕРСПЕКТИВУ

ІННА ОЛЕКСАНДРІВНА РИБАЛКА

РИБАЛКА І.О. Омела біла (*Viscum album* L.) у міському ландшафті: дослідження змін чисельності популяції у ретроспективі та на перспективу // Наукові основи збереження біотичної різноманітності. – 2016. – Том 7(14), № 1. – С. 211-228. – ISSN 2220-3087.

У статті розглядається розповсюдження омели білої (*Viscum album* L.) у міському ландшафті. У наш час, у зв'язку з глобальним потеплінням клімату, *Viscum album* увійшла в розряд активних інвазійних рослин: від її впливу потерпають насадження міст, дендрологічних парків із цінною деревною рослинністю, насадження вздовж авто- та залізничних магістралей тощо. Разом із цим, омела відіграє ключову роль у забезпеченні біорізноманіття та стійкості екосистем, а відтак лише екологічно обґрунтовані стратегії, спрямовані на збереження рівня видового різноманіття у містах, мають стати основою інтегрованих засобів контролю за розповсюдженням *Viscum album* у сучасних парково-ландшафтних технологіях.

Натурні спостереження за поширенням рослини-напівпаразита проведені на території м. Харків (Україна). Ділянки, на яких проводили дослідження (від 2006 по 2008 рр.), знаходяться у північній (147 га), північно-східній (959 га), центральній (736 га) та південно-східній (158 га) частинах міста. Загалом досліджено 2000 га або 6% від загальної площі території Харкова.

За результатами натурних спостережень створено комп'ютерну базу даних "Поширення омели білої у фрагменті ареалу (на прикладі м. Харків)", яка, зокрема, дозволяє виявити деревні рослини, що мають найвищий ступінь ураження омелою і перебувають в аварійному стані. На основі даних натурних спостережень із застосуванням матричної моделі динаміки чисельності популяції *Viscum album* проведено аналіз змін у часі чисельності кущів омели, розподілу їх за віком як у ретроспективі, так і на перспективу. Ретроспективний аналіз дозволив встановити, що на ділянці № 1 омела з'явилася приблизно в 1981 р., на ділянці № 3 – у 1865 р., а на ділянці № 4 – у 1912 р. На основі прогностичних розрахунків розвиток популяції *Viscum album* встановлено, через зокрема 20 років загальна кількість кущів омели збільшиться у п'ять разів на ділянці № 1 та в три рази на ділянках № 3 і № 4. Отримані результати доцільно враховувати під час реконструкції об'єктів зеленого господарства м. Харків.

Ключові слова: омела біла, міський ландшафт, прогностичні розрахунки

Viscum album L. – це вічнозелений кущ кулястої форми родини *Loranthaceae*, який має стійкі гаусторії у дереві-живителі (рис. 1). Рослина асимілює свій власний вуглець завдяки фотосинтезу, що зумовлює її зелене забарвлення, при цьому повністю залежить від водних і мінеральних ресурсів дерева, на якому оселяється. Життєвий цикл напівпаразита представлено на рис. 2.



Рис. 1. *Viscum album* L. на гілці дерева-живителя (Henning, 2015).

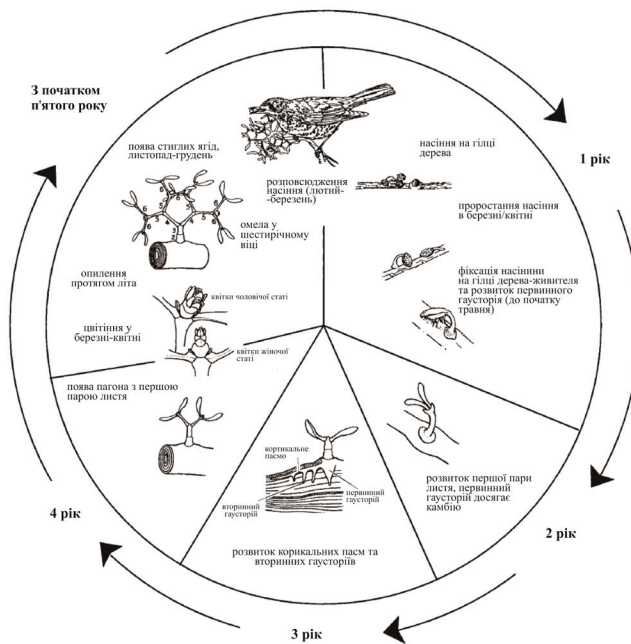


Рис. 2. Життєвий цикл *Viscum album* L. (Zoober, Widmer, 2009).

Основними агентами розповсюдження *Viscum album* є, переважно, такі види птахів, як: омелюх (*Bombicilla garrulus* (Linnaeus, 1758)), дрізд-омелюх (*Turdus viscivorus* Linnaeus, 1758) і чикотень (*Turdus pilaris* Linnaeus, 1758). Природний ареал поширення *Viscum album*, омел австрійської (*V. austriacum* Wiesb.) та ялицевої (*V. abietis* (Wiesb.) Fritsch) у Європі простягається від 10° зх. д. до 80° сх. д. і від 60° пн. ш. до 35° пд. ш. Вважається, що лімітаційним чинником, який обмежує розповсюдження омели у північному та східному

напрямах, є температура (Zoober, Widmer, 2009).

У зв'язку з глобальним потеплінням клімату ареали розповсюдження представників родини *Loranthaceae*, у тому числі й *Viscum album*, розширюються. А.І. Івченко та ін. (Івченко та ін., 2014) зазначають, що нині *Viscum album* увійшла в розряд активних інвазійних рослин. Від неї передусім потерпають зелені насадження міст (м. Київ, м. Харків, м. Івано-Франківськ, м. Біла Церква, м. Володимир-Волинський, м. Полтава, м. Умань, м. Черкаси тощо), старовинні парки із цінною рідкісною дендрофлорою (Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, дендропарк "Олександрія" НАН України, Національний дендрологічний парк "Софіївка" НАН України тощо), захисні смуги вздовж доріг (повсюдно), про що свідчать численні публікації.

Вважається, що омела спричиняє погіршення санітарного стану (спостерігається передчасна суховершинність, різке зменшення енергії росту й урожайності) та естетичного вигляду деревних рослин. Особливо сприятливі умови розвитку популяцій омели є в містах, де насадження більш ослаблені порівняно з природними через значне антропогенне навантаження. На сьогодні єдиним заходом боротьби з омелою в умовах міста залишається механічне видалення уражених нею гілок або повне видалення дерева за дуже сильного ураження.

Разом із цим, контроль за розповсюдженням *V. album* не може зводитися до її суцільного винищення. Вчені довели, що вона відіграє ключову роль у забезпеченні біорізноманіття та стійкості екосистем (Sovern, Taylor, Forsman, 2011): на територіях, де рослина була повністю знищена, через три роки після видалення напівпаразита спостерігається зменшення загального видового різноманіття птахів у середньому на 20% у порівнянні з контролем (території, де омела продовжувала рости) (Watson, Herring, 2012). Таран Н.Ю. зазначає (Таран та ін., 2008), що в результаті знищення омели неминуче зменшиться чисельність птахів, які живляться її плодами, порушення кількості гніздових і перелітних птахів спричинить поширення комах улітку, що, у свою чергу, може спричинити загибель насаджень. Тобто лише екологічно обґрунтовані стратегії, спрямовані, зокрема, на збереження біорізноманіття у містах, можуть стати основою інтегрованих засобів контролю за розповсюдженням *V. album* у сучасних парково-ландшафтних технологіях.

Під час розробки нових підходів для збереження рівня видового різноманіття у містах може стати надзвичайно важливим моделювання популяційної динаміки омели. Головним завданням вивчення динаміки популяції особин певного виду є дослідження зміни в часі розміру популяції, що займає певний ареал, розподілу особин за віком і статтю з урахуванням внутрішньовидових та міжвидових взаємодій, а також доступних ресурсів для розвитку. Корисним інструментом для таких досліджень є математичні моделі різного виду, які в сукупності з даними натурних спостережень дозволяють виявити характерні властивості розвитку популяції.

У 1995 році у Франції в ході натурних спостережень за 120-тирічними

австралійськими чорними соснами (*Pinus nigra* subsp. *nigra*) було досліджено динаміку популяції *V. austriacum* Wiesb.: розмір вибірки нараховував 30 дерев-живителів, які були сильно інфіковані омелою, але при цьому мали досить здоровий вигляд. Так, на одному дереві сосни було зареєстровано у середньому 287,4 кущів омели (кількість омели на одному дереві варіювала від 64 до 720 кущів), середній вік рослини-напівпаразита становив 6,7 роки. У статті припускається, що на досліджувану територію *V. austriacum* проникла приблизно в 1975 р. (у часовому інтервалі між 1962 та 1982 роками). Аналогічні дослідження проводили у Швеції: популяція омели, яка налічувала 11 047 кущів, за п'ять років збільшилася до 17 867 кущів, при цьому кількість інфікованих дерев змінилася від 618 до 838 (1); ще одна популяція, яка налічувала 7 кущів омели і росла на 2 деревах у 1923 р., збільшилася до 230 особин, які паразитували уже на 42 деревах у 1945 р., а в 1951 р. розмір зазначеної популяції уже становив 572 кущі омели, які паразитували на 62 деревах (2); ще в одній популяції чисельність омели зросла на 400% за 15 років (3) (Zoober, Widmer, 2009). Аналогічних досліджень популяційної динаміки *V. album* не проводили, тож визначення змін чисельності омели у ретроспективу та на перспективу є актуальним на цей час.

Метою цього дослідження було змодельовати сценарії еволюції популяції *V. album* у ретроспективу та на перспективу на пробних ділянках міського ландшафту.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проведено на території м. Харків, яка належить до Харківської схилово-височинної області Середньоруської лісостепової провінції Східноєвропейської рівнинної ландшафтної країни на південному заході Середньо-Руської височини. Клімат помірний, із середньорічною кількістю опадів 500-570 мм і середніми температурами січня – -8 °С, липня – понад 20 °С. Вихідний тип ґрунтів – сірі лісові, які зазнали істотної антропогенної трансформації.

Ділянки, на яких проводили дослідження (2006-2008 рр.), знаходяться у північній (147 га), північно-східній (959 га), центральній (736 га) та південно-східній (158 га) частинах м. Харків, рис. 3 (а). Загалом досліджено 2000 га (6% від загальної площі території міста).

Натурні спостереження за *V. album* проведені за оригінальною методикою, яка була розроблена у співавторстві з Ю.І. Вергелесом. Усі кущі омели на окремому дереві з одним головним стовбуром або на дереві з декількома головними стовбурами, які, за вживаними у 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 кіль-

кості 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” і т. д.

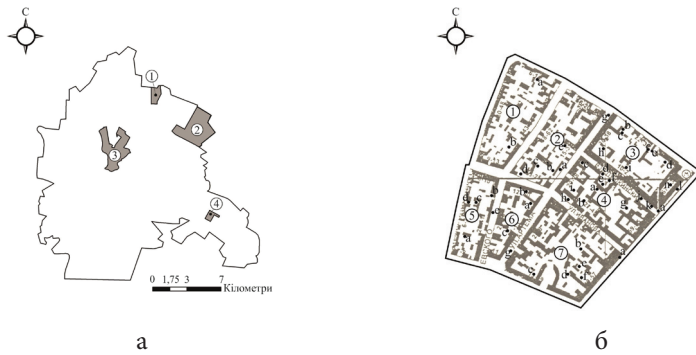


Рис. 3. Картографічні матеріали: а) ділянки, на яких було досліджено поширення *Viscum album* L. від 2006 по 2008 рр.; б) карта місцевості з даними натурних спостережень за рослиною-напівпаразитом у центральній частині міста Харків, Україна.

Ураховуючи, що під час географічного зображення змін чисельності логарифмічний масштаб має ряд переваг, а саме: чіткіше проявляються закономірності відносної зміни чисельності (1), графіки виглядають більш згладженими в порівнянні з лінійними (2), зручність застосування при великих змінах чисельності (3), представлена шкала побудована на напівлогарифмічній основі. Вимірювання логарифму чисельності популяції є найбільш адекватною характеристикою процесу відповідно основної теорії динаміки популяцій (Песенко, 1982).

Для розробки шкали бальної оцінки чисельності *V. album* брали до уваги наявні шкали вітчизняних дослідників, які були розроблені науковцями Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України, Національного дендропарку “Софіївка” НАН України (Таран та ін., 2008; Рум’янов, 2010; Шлапак та ін., 2010) та ін. Під час проведення натурних спостережень за рослиною-напівпаразитом у центральній частині міста Харкова ці шкали виявилися нерепрезентативними: всі уражені омелою дерева були зараховані до одного класу. Тож градації індексів чисельності *V. album* для Харкова були підібрані індивідуально на основі виявлення емпіричних закономірностей (за результатами попередніх досліджень розповсюдження напівпаразита в районі Павлове Поле, північно-західна частина міста, у ході яких було проведено суцільний облік усіх кущів омели на кожному окремому дереві ($n = 1096$), рис. 4).

Для відображення приблизного співвідношення кущів омели за віком у кожній окремій дискретній групі використовували популяційно-демографічний коефіцієнт $K[j-g-s]$, який відображає зв’язок між співвідношенням ювенільних рослин (j), рослин 1-го і 2-го генеративного віку (g) і сенільних (s) (табл. 1). Записували його, використовуючи символи: 0 – рослини відповідної

вікової групи відсутні, 1, 2 і 3 – залежно від частки кущів відповідного віку в дискретній групі (табл. 2).

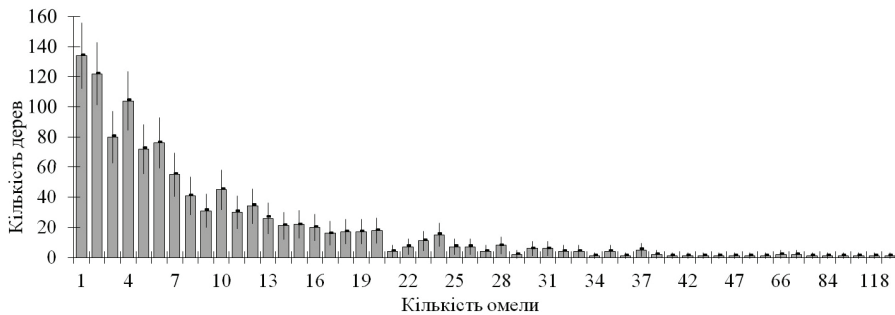


Рис. 4. Розподіл чисельності дерев-живителів відповідно до кількості на них кущів *Viscum album* L. у районі Павлове Поле.

Сукупність дискретних груп у межах досліджених ділянок міста вважалася популяцією омели. Дискретні групи омели відображалися на карті місцевості (масштаб 1:10 000), рис. 3 (б). Натурні спостереження за рослиною-напівпаразитом проводили у період відсутності листя.

Таблиця 1.

Вікові групи *Viscum album* L.

Вікова група	j – ювенільні рослини (омела “молода”)	g₁ – рослини 1-го генеративного віку (омела “зріла”)	(g₂ + s) – рослини 2-го генеративного віку та сенильні (омела “стара”)
Віковий інтервал	1-5 років	6-20 років	21-45 років
Вигляд рослини на гілці дерева-живителя			
Діаметр, см	D < 20	20 ≤ D ≤ 55	D > 55
Характерні риси	Віялоподібна форма куща (Zoober, Widmer, 2009)	Кулеподібна форма куща (Zoober, Widmer, 2009)	Досить висока щільність листя та пагонів (Zoober, Widmer, 2009)

Таблиця 2.

Характеристика вікової структури популяцій *Viscum album* L.

Співвідношення вікових груп	Популяційно-демографічний коефіцієнт K[j-g-s]	Тип популяції за динамікою
j = g = 0; s ≠ 0	K001	одновікова зі старими рослинами
j = s = 0; g ≠ 0	K010	одновікова із середньовіковими рослинами
j = 0; g = s ≠ 0	K011	згасаюча із двома віковими групами
j = 0; g < s	K012	згасаюча із двома віковими групами
j = 0; g > s	K021	стабільна із двома віковими групами
j ≠ 0; g = s = 0	K100	одновікова із молодими рослинами
g = 0; j = s ≠ 0	K101	що стабілізується з розривом поколінь
j < s; g = 0	K102	згасаюча з розривом поколінь
j = g; s = 0	K110	що стабілізується з двома віковими групами
j = g = s ≠ 0	K111	що стабілізується
j = g < s	K112	згасаюча
j < g; s = 0	K120	що стабілізується з двома віковими групами
j = s < g	K121	стабільна
j < g = s	K122	згасаюча
j < g < s	K123	згасаюча
j < s < g	K132	стабільна
j > s; g = 0	K201	що росте з розривом поколінь
j > g; s = 0	K210	що росте з двома віковими групами
j > g = s	K211	що росте
j = s > g	K212	що стабілізується
g < j < s	K213	що стабілізується
j = g > s	K221	що стабілізується
g > j > s	K231	стабільна
j > s > g	K312	що стабілізується
j > g > s	K321	що росте

Матрична модель динаміки чисельності популяції *V. album* представлена у роботі (Бараннік, Вергелес, Рибалка, 2010). Максимальний час T (у роках) розвитку популяції омели від моменту появи перших особин у році t визначено за формулою:

$$T = \frac{\ln(a_t^{-1})}{\ln(q)} + 1 \quad (1)$$

де q – співвідношення чисельності омел i-го та i +1-го років розвитку, яке розраховується методом послідовних наближень як

$$q = \frac{1}{\left[1 + \frac{M_2}{M_3}(1 - q^{i_1})\right]^{\frac{1}{i_2}}} \quad (2)$$

a_t – кількість омел однолітнього віку у році t, що обчислюється як

$$a_t = \frac{M_2 \cdot (1 - q)}{q^{i_1} \cdot (1 - q^{i_2})} \quad (3)$$

Символами $M_{1,t}$, $M_{2,t}$, $M_{3,t}$ позначено чисельності омели в межах групи “молодих”, “зрілих” і “старих” особин відповідно (визначалися на основі натурних спостережень).

Середній за віком коефіцієнт розмноження *Viscum album* визначено за формулою:

$$\lambda = \frac{m_{1,t}}{\sum_{i \geq E_n} m_{i+1,t}} \quad (4)$$

де $m_{i,t}$ – очікувана кількість особин i -го року розвитку у році з порядковим номером t , E_n – вік омели, від якого вона здатна плодоносити (Бараннік, Вергелес, Рибалка, 2010).

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами натурних спостережень створено комп'ютерну базу даних “Поширення омели білої у фрагменті ареалу (на прикладі м. Харків)”. Вона дозволяє виявити деревні рослини, які мають найвищий ступінь ураження омелою та перебувають в аварійному стані, а відтак є досить корисною для зеленого господарства міста. Цікавою особливістю бази даних є можливість її доповнення актуальною інформацією у будь-який час. Для цього дискретні групи омели представлено як просторові об'єкти в геоінформаційній системі *ArcGIS 10.1*, а засобами програмного додатку *Survey 123* створено форму для збору польових даних електронними пристроями. *Survey123* – додаток *Esri Labs* для створення досліджень, збирання даних у полі, переносу даних в *ArcGIS Online* та *ArcGIS Desktop*. Вихідні дані для аналізу щодо змін чисельності популяції омели у ретроспективі та на перспективу представлено в табл. 3. Модельні характеристики популяції *Viscum album* – у табл. 4.

Таблиця 3.

Розподіл кущів *Viscum album* L. за віком на досліджених ділянках м. Харків

Вік омели	Кількість кущів (візуальна оцінка)	Ділянка, №			
		1	2	3	4
“молода” 1-5 років	мінімальна	32	203	3747	1229
	середня	47	324	5272	1719
	максимальна	73	553	7472	2423
“зріла” 6-20 років	мінімальна	39	131	4342	1734
	середня	55	194	6125	2438
	максимальна	81	298	8722	3457
“стара” 21-45 років	мінімальна	15	64	4884	932
	середня	21	97	6902	1303
	максимальна	31	155	9851	1826

Таблиця 4.

**Модельні характеристики популяції *Viscum album* L.
(за Бараннік, Вергелес, Рибалка, 2010)**

№ ділянки	q	a_t	λ , 1/рік	$M_{1,t}$	$M_{21,t}$	$M_{3,t}$	M
1	0,924	9	0,1270	38	55	21	114
3	0,953	964	0,0735	4386	8288	5479	18153
4	0,942	322	0,0914	1434	2438	1303	5175

Максимальний час T (у роках) розвитку популяції омели від моменту появи перших особин у році t , визначений за співвідношенням, представленим (1), для ділянки № 1 становить 27 років, для ділянки № 3 – 141 рік, для ділянки № 4 – 95 років. Ураховуючи, що натурні спостереження за рослиною на першій і четвертій ділянках було завершено в 2008 році, а на ділянці № 3 – у 2007 році, появу перших особин на ділянці № 1 можна приблизно датувати 1981 роком, на ділянці № 3 – 1865 роком, на ділянці № 4 – 1912 роком. На основі порівняння отриманих модельних значень T із тривалістю життя напівпаразита можна припустити, що на ділянці № 1 нині розвивається перше “покоління” омели, на ділянці № 3 – четверте, на ділянці № 4 – третє.

Модельні величини T (у роках), розраховані для досліджених ділянок, було порівняно з експертними оцінками (T_e), які визначали на основі вивчення відповідних літературних джерел (Сомов, 1897). Різниця між модельними значеннями T та експертними оцінками T_e щодо появи омели на трьох досліджених ділянках така: для ділянки № 1 вона становить 16-21 рік, для ділянки № 3 – 6 років, для ділянки № 4 – 37 років (табл. 5).

Таблиця 5.

Результати ретроспективного аналізу часу розвитку популяцій омели

№ ділянки	Модельна оцінка T		Експертна оцінка T_e		Різниця $\Delta(T-T_e)$
	Рік	Років тому	Рік	Років тому	
1	1981	27	1960-1965	43-48	16-21
3	1865	141	1860	147	6
4	1912	95	1950	58	37

Так, отримане модельне значення T для ділянки № 3 практично точно збігається з експертним значенням T_e . Для ділянок № 1 та № 4 розбіжність між модельним та експертним T та T_e дещо суттєвіша.

Для ділянки № 1 результати ретроспективного аналізу можна пояснити тим, що в 80-тих роках ХХ століття, коли спостерігався пік зеленого будівництва в Україні (Левон, 2003), і, зокрема, у м. Харків, кущі *Viscum album*, які траплялися на деревах, найімовірніше були видалені механічно в ході створення нових і реконструкції існуючих насаджень. Після чого (від 1981 року, що повністю відповідає модельній оцінці) на зазначеній території відбулося повторне заселення

насаджень напівпаразитом, популяція якого поступово розвивається і по цей час.

Для ділянки № 4 формула (1) показала, що *V. album* на ній з'явилася в 1912 р., тобто значно раніше, ніж знаходимо про неї перші згадки у літературі. Разом із цим, матрична модель динаміки чисельності популяції омели, яка представлена у статті (Бараннік, Вергелес, Рибалка, 2010), дозволила встановити, що в 1950 р. на зазначеній території було приблизно 10 кущів напівпаразита першого року розвитку. Тут необхідно звернути увагу на те, що модель не враховує такий фактор, як "іміграція" особин у популяцію, а це може означати, що в 1950 р. на територію, у межах якої розміщена ділянка № 4, *V. album* проникала декількома біокоридорами. Це припущення знайшло своє підтвердження у відповідній літературі.

Так, аналіз картографічних даних показує, що із заходу на схід аж до Площі Конституції (історичний центр Харкова) територію міста і, зокрема, територію ділянки № 4, перетинає Московський проспект – вулиця, що виникла в XVII столітті під час будівництва Харківського городища як дорога на Москву (Подольський, 2004) (рис. 5), яка і по цей час виконує роль штучно створеного біокоридору для розповсюдження рослин (північно-східному і південно-західному напрямках), у тому числі і для *V. album*.



Рис. 5. Московський проспект: а), б) – початок проспекту від площі Конституції (центр міста) у 1937 р. та 2015 р. Автори фото: Ю. Кобзар (Фотоальбом...) та Є. Генкін (Вулиці...) відповідно; в) – жилі масиви вздовж проспекту. Автор фото: Д. Следюк (Харьков...); г) – вуличні насадження (Информационно-аналитически...).

Крім того, дещо на північ від ділянки № 4, паралельно Московському проспекту, протікає р. Немишля, прирічкові насадження якої також виконують роль ще одного біокоридору (але уже природного походження) для поширення виду у південно-східному напрямку, або в район ХТЗ. Так, р. Немишля є притокою р. Харків, що тече на південний захід і в центральній частині міста Харкова (де розміщена ділянка № 3) впадає до р. Лопань, насадження на берегах якої, у свою чергу, вимальовується в ще один природний біологічний коридор.

До природних біокоридорів, які також сприяють розповсюдженню *V. album* у північно-східному напрямку, належать байрачні насадження в околицях міста, які в минулому з'явилися на території степових ландшафтів і мають антропогенне походження.

Таким чином, у 1950 р. дійсно активно функціонував ряд біокоридорів, які сприяли проникненню напівпаразита на ділянку № 4.

Відповідні модельні розподіли омели для ділянок № 1, № 3 та № 4 у ретроспективі представлено на рис. 6-8.

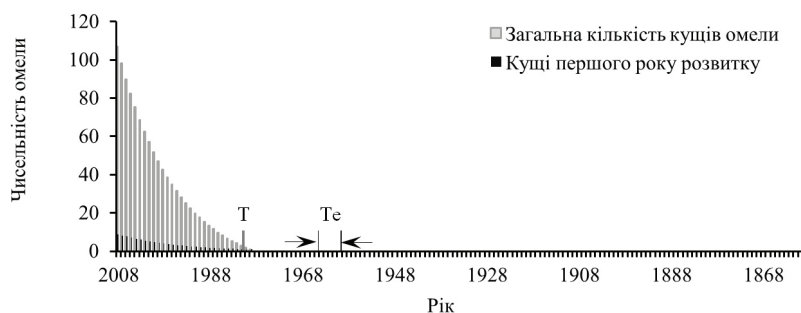


Рис. 6. Модельований ретроспективний розподіл популяції *Viscum album* L. на ділянці № 1.

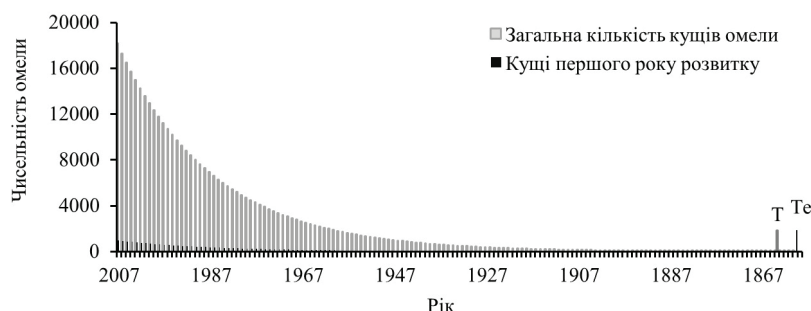


Рис. 7. Модельований ретроспективний розподіл популяції *Viscum album* L. на ділянці № 3.

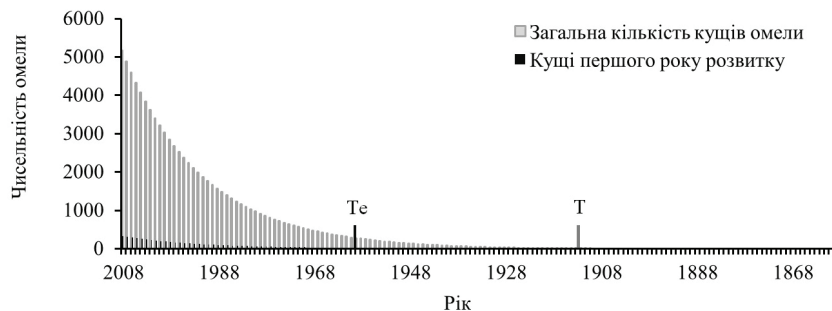


Рис. 8. Модельований ретроспективний розподіл популяції *Viscum album* L. на ділянці № 4.

Також зібрані дані дозволили провести аналіз змін у часі чисельності кущів *V. album*, розподілу їх за віком у межах трьох досліджених ділянок на перспективу. Так, кількість кущів омели першого року розвитку в кожному наступному році $t + 1$ дорівнює добутку коефіцієнта розмноження λ , що розрахований за формулою (4), на кількість кущів омели, які здатні плодоносити (віком від 6 до 45 років) у поточному році t . Результати прогностичних розрахунків для ділянок № 1, № 3 та № 4 на 20-й та, відповідно, на 45-й рік після проведення натурної зйомки у році t представлено на рис. 9-14.

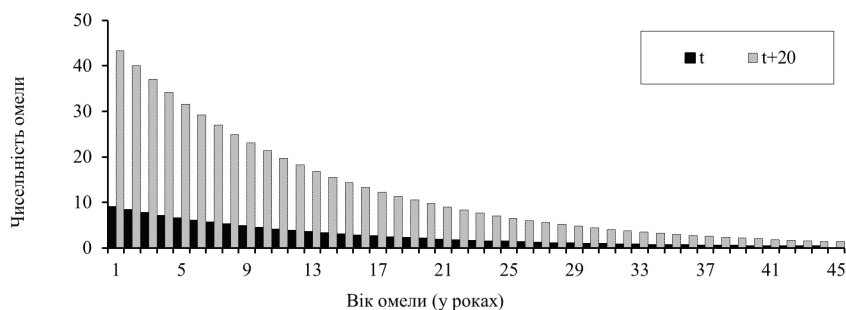


Рис. 9. Перспектива розвитку популяції *Viscum album* L. на ділянці № 1 (через 20 років).

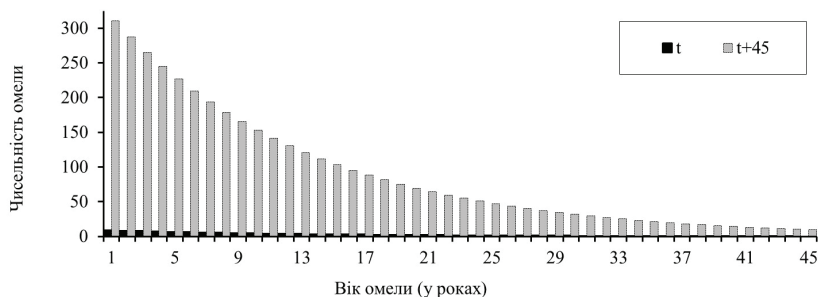


Рис. 10. Перспектива розвитку популяції *Viscum album* L. на ділянці № 1 (через 45 років).

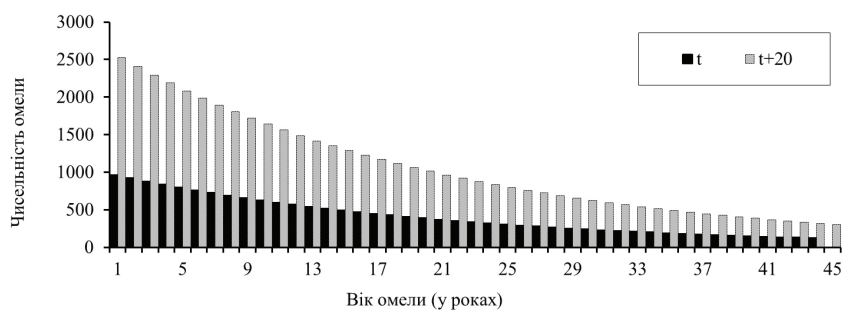


Рис. 11. Перспектива розвитку популяції *Viscum album* L. на ділянці № 3 (через 20 років).

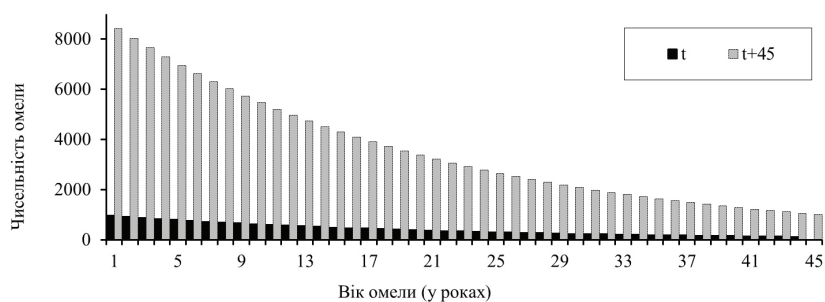


Рис. 12. Перспектива розвитку популяції *Viscum album* L. на ділянці № 3 (через 45 років).

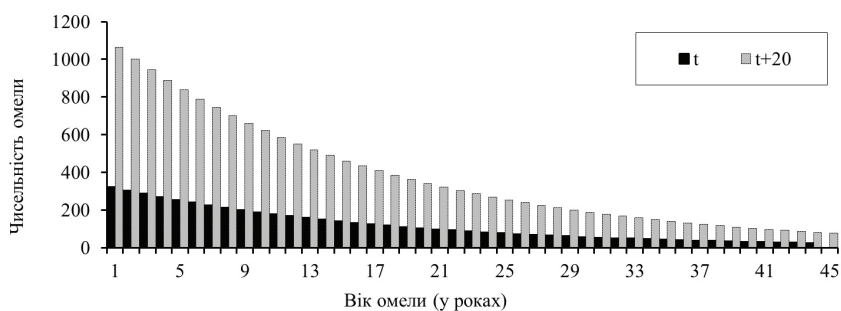


Рис. 13. Перспектива розвитку популяції *Viscum album* L. на ділянці № 4 (через 20 років).

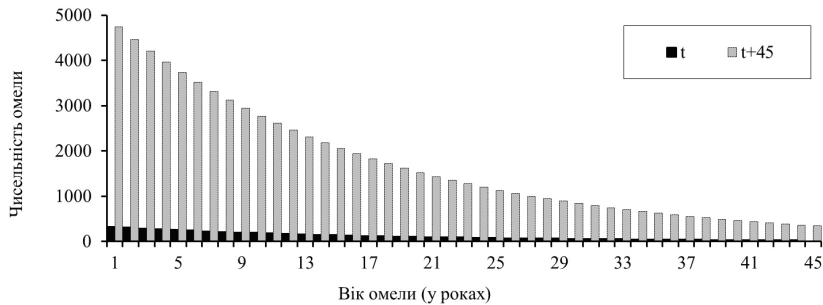


Рис. 14. Перспектива розвитку популяції *Viscum album* L. на ділянці № 4 (через 45 років).

Так, прогноз показує, що загальна кількість омели через 20 (та 45) років після року t , в якому було проведено польові спостереження, зміниться від 115 до 555 (та, відповідно, 3 981) особин на ділянці № 1 (тобто збільшиться приблизно в п'ять разів); від 18 153 до 47 573 (та 158 652) – на ділянці № 3 та від 5 175 до 17 098 (та 76 172) – на ділянці № 4 (на яких чисельність омели збільшиться приблизно в три рази). Отже, чисельність омели у міському ландшафті швидко збільшуватиметься у часі. Отримані результати узгоджуються з даними американських дослідників, які, вивчаючи зміни ареалу поширення виду в Каліфорнії за період від 1900 по 1991 рр., відзначили досить швидкі темпи росту чисельності популяції рослини-напівпаразита (Hawksworth, Scharpf, 1986).

Питання, пов'язане з визначенням оптимальної чисельності омели в міському ландшафті, яка, з одного боку, забезпечувала б належний рівень видового різноманіття в урбоecosystemі, а з іншого, не була б критичною, щоб спричинити гибель насаджень, залишається відкритим.

Висновки

На основі даних натурних спостережень за *Viscum album* у м. Харків змодельовані ретроспективний сценарій та сценарії розвитку популяції *V. album* на перспективу. Ретроспективний аналіз дозволив встановити, коли *V. album* проникла на досліджувану територію, зокрема в історичний центр міста (1863 р.). Отримані результати не суперечать експертним оцінкам, зробленим на основі вивчення відповідних літературних джерел. Прогностичні розрахунки розвитку популяції *V. album* показали, що чисельність напівпаразита швидко збільшуватиметься в часі. Так, загальна кількість омели через 20 (та 45) років зміниться від 115 до 555 (та, відповідно, 3 981) особин на ділянці № 1, від 18 153 до 47 573 (та 158 652) – на ділянці № 3 та від 5 175 до 17 098 (та 76 172) – на ділянці № 4. Результати досліджень доцільно враховувати під час реконструкції об'єктів зеленого господарства м. Харків. Подальші

дослідження мають бути спрямовані на визначення взаємозв'язку між динамікою змін чисельності омели та рівня видового різноманіттям урбоекосистеми (на прикладі птахів) у часовому аспекті.

Подяки. Автор висловлює подяку Ю.І. Вергелесу і В.О. Баранніку за безцінну допомогу у вигляді консультацій і практичних рекомендацій по збору і систематизації зібраного в ході досліджень матеріалу, а також А.С. Чайці за участь у деяких польових дослідженнях.

- Бараннік В.О., Вергелес Ю.І., Рибалка І.О. Матрична модель прогнозу динаміки популяції омели білої у міському ландшафті // Наук.-техн. зб. Харківської національної академії міського господарства. Коммунальное хозяйство городов. Сер. "Технічні науки й архітектура". – 2010. – № 93. – С. 392-396.
- Вулиці і площі Харкова. Московський проспект. <http://streets-kharkiv.info/moskovskii-prospekt> (10.09.2016).
- Информационно-аналитический портал "Харьковские известия". On-line обозрение. Город. В Харькове на Московском проспекте начали высадку деревьев. <http://izvestia.kharkov.ua/content/documents/11968/1196714/images/2.jpg> (11.10.2016).
- Івченко А.І. Божок О.П., Пацур І.М., Коляда Л.Б., Божок В.О., Івченко А.І. Особливості організації результативної боротьби з омелою білою // Науковий вісник НЛТУ України. – 2014. – № 24(5). – С. 12-18.
- Левон Ф.М. Створення зелених насаджень в умовах урбанізованого середовища: вигоди, лімітуючі чинники, шляхи оптимізації // Науковий вісник Державного лісотехнічного університету України. – 2003. – № 13(5). – С. 157-162.
- Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – Москва: Наука, 1982. – 287 с.
- Подольський М. Наше місто. Основні етапи розвитку [Електронний ресурс] // Политехник: газета Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". – 2004. – Режим доступу: <http://polytechnic.kpi.kharkov.ua/ViewArticle.aspx?id=165>.
- Рум'янков Ю.О. Ступінь пошкодження омелою *Viscum album* L. видів роду *Celtis* L. у насадженнях Національного дендрологічного парку "Софіївка" НАН України // Автохтонні та інтродуковані рослини. – 2010. – № 6. – С. 42-45.
- Сомов Н.Н. Орнитологическая фауна Харьковской губернии. – Харьков: Адольфа Дарре, 1897. – 680 с.
- Таран Н.Ю., Светлова Н.Б., Бацманова Л.М., Улинець В.З., Ганчурін В.В. Біологія розвитку *Viscum album* L. та екологічний моніторинг її поширення в лісопаркових біоценозах // Український ботанічний журнал. – 2008. – № 2. – С. 242-251.
- ФОТОАЛЬБОМ. Історія Харкова. Старий Харків. http://old-kharkov.at.ua/photo/moskovskij_prospekt/1 (18.10.2016).
- ФОТОАЛЬБОМ. Історія Харкова. Старий Харків. http://old-kharkov.at.ua/photo/moskovskij_prospekt/1 (18.10.2016).
- ХАРКОВ С ВИСОТЫ. Московський проспект. <http://www.panoramio.com/photo/51834958> (18.10.2016).
- Шлапак В.П. Музика Г.І., Собченко В.Ф., Вітенко В.А., Марно Л.І., Тисячний О.П. Особливості визначення ступеня пошкодження *Viscum album* L. деревних наса-

- джень в історичній частині дендропарку “Софіївка” // Науковий вісник НЛТУ України. – 2010. – № 20(7). – С. 8-14.
- HAWKSWORTH F.G., SCHARPF R.F. Spread of European mistletoe (*Viscum album*) in California, U.S.A. // European Journal of Plant Pathology. – 1986. – Vol. 16. – P. 1-5.
- HENNING S.H.-J. (2015) The Mistletoe *Viscum album*. <http://www.viscum.dk> (10.09.2016).
- SOVERN S.G. TAYLOR M., FORSMAN E.D. Nest reuse by Northern Spotted Owls on the east slope of the Cascade Range, Washington // Northwestern Naturalist. – 2011. – Vol. 92. – P. 101-106.
- WATSON D.M., HERRING M. Mistletoe as a keystone resource: an experimental test // Biological Sciences. – 2012. – Vol. 279. – P. 3853-3860.
- ZUBER D., WIDMER A. Phylogeography and host race differentiation in the European mistletoe (*Viscum album* L.) // Molecular Ecology. – 2009. – Vol. 18. – P. 1946-1962.

ОМЕЛА БЕЛАЯ (*VISCUM ALBUM* L.) В ГОРОДСКОМ ЛАНДШАФТЕ: ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИИ В РЕТРОСПЕКТИВЕ И НА ПЕРСПЕКТИВУ

И.А. РЫБАЛКА

В статье рассматривается распространение омелы белой (*Viscum album* L.) в городском ландшафте. В настоящее время, в связи с глобальным потеплением климата, *Viscum album* вошла в разряд активных инвазионных растений: от ее влияния страдают насаждения городов, дендрологических парков с ценной древесной растительностью, насаждения вдоль авто- и железнодорожных магистралей и т.п. Вместе с тем, омела играет ключевую роль в обеспечении биоразнообразия и устойчивости экосистем, поэтому только экологически обоснованные стратегии, направленные на сохранение уровня видового разнообразия в городах, должны стать основой интегрированных средств контроля за распространением *Viscum album* в современных парково-ландшафтных технологиях.

Натурные наблюдения за распространением растения-полупаразита проведены на территории г. Харьков (Украина). Участки, на которых проводили исследования (с 2006 по 2008), находятся в северной (147 га), северо-восточной (959 га), центральной (736 га) и юго-восточной (158 га) частях города. Всего исследовано 2000 га или 6% от общей площади территории Харькова.

По результатам натурных наблюдений создана компьютерная база данных “Распространение омелы белой во фрагменте ареала (на примере г. Харьков)”, которая, в частности, позволяет выявить древесные растения, имеющие наивысшую степень поражения омелой и находящиеся в аварийном состоянии. На основе данных натурных наблюдений с применением матричной модели динамики численности популяции *Viscum album* проведен анализ изменений во времени численности кустов омелы, распределения их по возрасту как в ретроспективе, так и на перспективу. Ретроспективный анализ позволил установить, что на участке № 1 омела появилась примерно в 1981 г., на участке № 3 – в 1865 г., а на участке № 4 – в 1912 г. На основании прогностических расчетов эволюции популяции *Viscum album* установлено, что через 20 лет общее количество кустов омелы возрастет в пять раз на участке № 1 и в три раза на участках № 3 и № 4. Полученные результаты целесообразно учитывать при реконструкции объектов зеленого хозяйства города Харьков.

Ключевые слова: омела белая, городской ландшафт, прогностические расчеты

THE WHITE MISTLETOE (*VISCUM ALBUM* L.) IN URBAN LANDSCAPE: THE STUDY OF POPULATION CHANGES IN RETROSPECT AND ON PROSPECTS

I.A. RYBALKA

The White Mistletoe (*Viscum album* L.) is an evergreen shrub with persistent haustoria. It causes deterioration of trees sanitary condition, as well as plants aesthetic appearance.

Distribution range of *Viscum album*, *Viscum austriacum* and *Viscum abietis* in Europe extends from 10°W to 80°E and from about 60°N to 35°S. Temperature is the limiting factor in northern and eastern spread of mistletoe.

Nowadays due to global climate change the range of *Viscum album* distribution is expanding both northward by latitude and upward by altitude in mountain areas. The hemiparasitic shrub has already been considered as a real ecological disaster for plantations in many cities of Ukraine.

Field survey of *Viscum album* distribution was carried out in Kharkiv city in 2006-2008. The local *Viscum album* populations were counted and mapped on 4 sample plots at the scale 1:10 000: plot № 1 (147 ha) in the northern part of the city; plot № 2 (959 ha) – in the north-eastern part; plot № 3 (736 ha) – in the central and west parts; plot № 4 (158 ha) – in the south-eastern part. Total area of 2000 ha was surveyed.

Approximate number of *Viscum album* growing on solitary tree or in a group of trees was estimated using the semi-logarithmic scale: index “1” was assigned when the number of mistletoe individual dwarves was from 1 to 5, “2” – for the number of dwarves from 6 to 10, “3” – from 11 to 20, “4” - from 21 to 40 and so on.

For determination of *Viscum album* populations’ age structure we established 3 age classes determined visually. When *Viscum album* did not produce fruits and its diameter was from 0 to 25 cm, the plant was considered as “juvenile”, for the plants with flowers or fruits and diameter from 25 to 50 cm the “generative” age class was assigned, and the shrubs with diameters over 51 cm were considered as “senile”. Depending on the actual age structure of local populations their population trends (“stable”, “growing”, “declining”) were established.

The computer database on spread of *Viscum album* in a fragment of the range (in the case of Kharkiv) was created. It helps to detect woody plants with the highest degree of mistletoe infection that are in a dangerous condition, in particular.

The changes in number of mistletoe shrubs over time and their distribution by age both in retrospect and in future were identified on basis of a field research and with the use of the matrix model of *Viscum album* population dynamic. Retrospective analysis revealed that mistletoe snuck into plot 1 approximately in 1981, into plot 3 – in 1865 and into plot 4 – in 1912. Prognostic calculations of *Viscum album* population evolution have shown that its distribution within the territory of the city will rapidly increase over time. Thus, the total number of mistletoe scrubs will increase about five times on plot 1 and in three times – in plot 3 and plot 4 in 20 years. Results of the study are appropriate to consider when reconstructing gardening and horticulture objects in Kharkiv.

Key words: The White Mistletoe, cityscape, prognostic calculations

Надійшла 17.10.2016

Прийнята до друку 14.12.2016

RYBALKА І.А. О.М. Beketov Kharkiv National University of Municipal Economy, 12 Revolution St, Kharkiv, 61002, Ukraine; e-mail: Inna.Rybalka@gmail.com