



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.06.388>

RESEARCH ARTICLE

Деякі особливості деревних рослин, які заселяє *Viscum album* (*Santalaceae*) у місті Києві

Юлія О. БІЛОНОЖКО* , Любов О. КАЛАФАТ , Анастасія М. РАБОКОНЬ , Анастасія С. ПОСТОВОЙТОВА ,
Сергій М. ПРИВАЛІХІН , Андрій Є. ДЕМКОВИЧ , Ярослав В. ПІРКО 

ДУ "Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України", вул. Осиповського 2а, Київ 04123, Україна

Abstract. As a result of the study, a wide range of tree species parasitized by white mistletoe (*Viscum album*) in the city of Kyiv, Ukraine, was identified. Some species, such as *Quercus robur*, *Ulmus pumila*, and *Alnus glutinosa*, remained uninfested even in the case of a high degree of infestation of surrounding trees. It has been found that among the infested plants only 4.34% of deciduous species and 5.05% of conifers demonstrated a severe damage caused by the hemiparasite (more than 20 plants of *V. album* in one crown). The largest number of trees and the highest level of damage were observed for *Acer saccharinum*, *A. platanoides*, *Salix alba*, *Robinia pseudoacacia*, *Populus nigra*, *Tilia cordata*, and *Betula pendula* aged in average 45–50 years. In the study of genetic characteristics of affected and unaffected by *V. album* trees of *Pinus sylvestris* at the molecular level by TBP markers, no differences have been revealed.

Keywords: host plant, infection degree, TBP markers, *Viscum album*

Article history. Submitted 29 September 2022. Revised 06 November 2022. Published 31 December 2022

Citation. Bilonozhko Yu.O., Kalafat L.O., Rabokon A.M., Postovoirova A.S., Privalikhin S.M., Demkovych A.E., Pirko Ya.V. 2022. Some characteristics of woody plants inhabited by *Viscum album* (*Santalaceae*) in the city of Kyiv. *Ukrainian Botanical Journal*, 79(6): 388–396. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.06.388>

Affiliation. Institute of Food Biotechnology and Genomics, National Academy of Sciences of Ukraine, 2a Osipovsky Str., Kyiv 04123, Ukraine

Corresponding author e-mail: tkacheva_ua@ukr.net

Вступ

Паразитичні рослини складають близько 1% усіх видів квіткових рослин і близько 40% з них паразитують на надземних частинах рослин-господарів (Press, Phoenix, 2005). Їхньою головною особливістю є здатність прикріплюватися і проникати в тканини рослин-господарів, впливаючи на формування деревини та такі фізіологічні процеси, як фотосинтез та дихання (Kollas et al., 2017; Skrypnik et al., 2020). Вони отримують воду та мінеральні поживні речовини від господаря і можуть посилити водяний стрес, особливо в посушливих регіонах (Zweifel et al., 2012; Ozturk et al., 2019). Таким чином, вони стають однією з головних причин всихання багатьох цінних лісових культур (Dobbertin, Rigling, 2006; Barbu, 2012; Szmidla et al., 2019). У той

же час, продукуючи велику кількість пилку, нектару або плодів, різні паразитичні рослини є невід'ємними складовими багатьох рослинних і тваринних угруповань (Mathiasen et al., 2008; Baltazar et al., 2013; Briem et al., 2016; Krasylenko et al., 2020; etc.).

Viscum album L. – омела біла *Santalaceae* s. l. / *Viscaceae* s. str. – вічнозелена, напівпаразитична рослина, широко розповсюджена на території більшості країн Європи, в тому числі й в Україні (Zachwatovich et al., 2008; Krasylenko et al., 2020). В Україні цей вид представлений трьома підвидами. *Viscum album* subsp. *album* уражує листяні деревні породи, *V. album* subsp. *abietis* (Wiesb.) Abrom. інфікує представників роду *Abies* Mill., *V. album* subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollm. – представників родів *Pinus* L. та *Picea* A.Dietr. (Varga et al., 2014; Zuber, 2004; etc.). Вважається, що розширення

This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

ареалів різних представників роду *Viscum* L. пов'язане зі змінами клімату, які призвели, з одного боку, до суттєвого ослаблення деревних рослин, з другого – до створення більш сприятливих умов для паразитичних рослин (Halkin et al., 2017; Gołąbek, Slawinski, 2017).

За чисельними відомостями, до рослин, на яких здатний оселятися *V. album*, належить близько 500 видів дерев та чагарників (Krasulyenko et al., 2020). Вважається, що при розширенні ареалу *V. album* віддає перевагу чужорідним та інтродукованим видам (Zuber, 2004; Halkin et al., 2017). Крім того, *V. album* проявляє різну специфіку до заселення листяних і хвойних порід. Однак, за яким принципом деякі рослини-господарі вражаються більш рясно, ніж інші, досі не з'ясовано, хоча інколи відзначаються види, які заселяються найрідше за інші (Becker, 2000; Lech et al., 2020).

Незважаючи на великий науковий та практичний інтерес до *V. album*, знання щодо біологічних особливостей виду недостатні. Традиційно найбільше уваги в дослідженнях приділяють видовому складу рослин, на яких оселяється омела біла, тоді як характеристики дерев-господарів залишаються майже не оціненими.

На нашу думку, особливої уваги потребує процес розселення *V. album* серед різних видів рослин-господарів. Крім того, актуальним є виявлення рослин, які досить рідко заселяються *V. album* або здатні чинити опір закріпленню напівпаразитичної рослини на своїх гілках. Виділивши морфологічні, фізіологічні або генетичні властивості таких рослин, можна буде рекомендувати використання представників саме цих родів або видів при створенні чи оновленні міських насаджень. Це дозволить вплинути на інтенсивність розповсюдження *V. album* без застосування хімічних методів боротьби та порушення стійких екологічних систем, компонентом яких він є.

Отже, метою роботи було виявлення особливостей рослин, на яких оселяється *V. album*, оцінка ступеня ураженості в паркових насадженнях Києва, а також пошук рослин, стійких до заселення *V. album*.

Матеріали та методи

Дослідження проводили на шести пробних ділянках в межах Києва у березні–квітні 2021 року. Для вивчення вікового та видового складу листяних дерев, що вражаються *V. album*, було обрано парк-

пам'ятку садово-паркового мистецтва "Кинь-Грусть", урочище "Бабин Яр" та Голосіївський парк ім. Максима Рильського. Для можливості порівняння даних вибірок обстежувана площа дорівнювала 4 га. Дослідні ділянки були приблизно однаковими з огляду на експозицію, едафічні умови та висоту н. р. м. Загалом було визначено до 30 видів деревних рослин, що представляють більш ніж 20 родів (табл.1). Окремо було обрано 3 ділянки в популяції *Pinus sylvestris* L., в якій спостерігається природне відновлення (лісництво "Пуща-Водиця"). Вік рослин визначали згідно з обліковими записами комунальних підприємств зеленого будівництва. Кількість рослин, що належали до різних вікових груп, наведено в Таблиці 1.

Ступінь ураженості дерев визначався за такою шкалою: 0 – інвазія відсутня; I (слабкий) – початок інвазії (1–5 особин *V. album* в кроні); II (середній) – розвиток інвазії (6–20 особин); III (важкий) – завершення інвазії (понад 20 особин *V. album*) (Hnatyuk, Kavun, 2016).

Для вивчення стійких рослин (у нашому випадку *P. sylvestris*) збирали вегетативний матеріал (хвою) з 20 дерев одного віку та життєвого стану, що зростали поруч. Для пошуку генетичних особливостей стійких рослин використовували ТВР метод (tubulin based polymorphism), що базується на оцінці поліморфізму довжини інтронів генів β-тубуліну. Геномну ДНК екстрагували з листів ЦТАБ-методом (Green, Sambrook, 2012). Якість і кількість ДНК перевіряли за допомогою електрофорезу в 1,5%-му агарозному гелі і спектрофотометрично на біофотометрі "Eppendorf" з визначенням концентрації та ступеня забруднення ДНК. Зразки ДНК зберігали за температури –20 °С. Аналіз поліморфізму довжини інтронів генів β-тубуліну проводили згідно з Breviario et al. (2007). Послідовності праймерів для полімеразної ланцюгової реакції були такі:

ТВР-F: 5'- AACTGGGCBAARGGNCAUTAYAC-3';
ТВР-R: 5'- ACCATRCAYTCRTCDGCRTTYTC -3'.

Кожну полімеразну ланцюгову реакцію здійснювали як мінімум у двократній повторності з використанням негативного контролю, щоб при подальшому електрофоретичному аналізі мати можливість виявити неспецифічні продукти ампліфікації. Амплікони розділяли за допомогою електрофорезу в 6%-му неденатуруючому поліакриламідному гелі з використанням 1× TBE-буфера. Візуалізацію фрагментів здійснювали шляхом фарбування нітратом срібла. Після

Таблиця 1. Кількість рослин з різних вікових груп у досліджуваних вибірках
Table 1. Number of trees from different age groups in the studied samples

Таксон	Вік рослин, роки									Загальна кількість рослин**
	10–30	30–40	40–50	50–60	60–70	70–90	90–100	100–150	150–200	
<i>Pinus</i> spp.	104	177	148	-	-	-	25	3	2	459
<i>Acer</i> spp.	48	79	119	13	5	-	-	-	-	264
<i>Populus</i> spp.	5	64	109	9	6	-	-	-	-	193
<i>Robinia pseudoacacia</i>	62	18	47	16	4	-	-	-	-	147
<i>Salix</i> spp.	51	28	35	5	2	-	-	-	-	121
<i>Tilia</i> spp.	9	10	21	11	20	-	-	-	-	71
* <i>Quercus robur</i>	-	10	6	4	4	4	3	19	7	57
<i>Aesculus hippocastanum</i>	19	20	-	-	-	-	-	-	-	39
* <i>Prunus</i> spp.	18	10	2	-	-	-	-	-	-	30
* <i>Carpinus</i> spp.	12	4	10	-	1	-	-	-	-	27
* <i>Fraxinus</i> spp.	20	1	-	-	-	-	-	-	-	21
<i>Betula</i> spp.	3	3	9	2	-	-	-	-	-	17
* <i>Ulmus</i> spp.	6	4	4	1	-	-	-	-	-	15
* <i>Alnus</i> spp.	-	-	-	8	-	-	-	-	-	8
* <i>Juglans</i> spp.	5	-	1	1	1	-	-	-	-	8
* <i>Crataegus</i> spp.	5	-	-	-	-	-	-	-	-	5
* <i>Picea</i> spp.	5	-	-	-	-	-	-	-	-	5
* <i>Morus</i> spp.	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4
* <i>Platanus</i> spp.	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4
* <i>Pyrus</i> spp.	2	2	-	-	-	-	-	-	-	4
* <i>Sambucus</i> spp.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2
* <i>Corylus</i> spp.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1

* у подальшому пошуку зв'язку між віком і ступенем ураженості омелою не враховували

** всього в дослідженні обстежено 1502 рослини

електрофорезу гель фотографували у видимому світлі та аналізували отримані зображення, за допомогою програми GelAnalyzer (<http://www.gelalyzer.com/>). Довжину відтворюваних і чітких фрагментів визначали, використовуючи ДНК-маркер (O'Gene Ruler™ 100bp Plus DNA Ladder, ready-to-use; "TermoFisher", США). Фрагменти ДНК записували в бінарному коді: наявність – одиниця, відсутність – нуль.

Середні показники ступеня зараження *V. album* порівнювалися з використанням *t*-критерію Стьюдента. Для виявлення зв'язку між віком дерев та зараженням омелою використовувався χ^2 -тест на незалежність: p^1 – рівень значущості при порівнянні різниці заселення всіх досліджених дерев різних класів віку, p – рівень значущості відносно віку в межах групи одного роду (<https://www.statgraphics.com/resources-downloads>).

Результати та обговорення

Переважає кількість заражених особин, на яких було відмічено *V. album*, належить до родів *Acer* L. (32,31%), *Populus* L. (23,63%), *Salix* L. (14,81%) та *Robinia* L. (13,58%). Серед видів рослин, які найінтенсивніше заселяв *V. album*, слід відмітити *Acer saccharinum* L., *Acer platanoides* L., *Salix alba* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Populus nigra* L., *Tilia cordata* Mill. та *Betula pendula* Roth.

Рівень розвитку інвазії *V. album* у досліджуваних вибірках наведено на рис. 1. Всі дерева-господарі були живими. Проте на деяких рослинах спостерігалось багато сухих гілок (до 45% скелетних гілок мали ознаки всихання). Максимальна кількість *V. album* на деревах-господарях становила 30 кущів. У досліджених вибірках в середньому 25,12% заражених рослин мали середній ступінь розвитку інвазії, 70,54% – слабкий та лише 4,34% – важкий.

Серед хвойних рослин, на яких відмічений *V. album* в Києві та Київській області – *P. sylvestris*. Окремий підвид – *V. album* subsp. *austriacum* має чітку спеціалізацію щодо виду рослини-господаря, а також деякі морфологічні та генетичні відмінності (Bilonozhko et al., 2021).

У наших дослідженнях виявлено, що навіть при безпосередньому механічному контакті рослин і постійному потраплянні насіння, *V. album* subsp. *album* не оселяється на *P. sylvestris* та *Picea pungens* L. (рис. 2). Це можна пояснити тим, що в процесі формування вузької спеціалізації саме до заселення хвойних рослин омела мала пристосуватися до дії олійної живиці, виділення якої вважається головним захисним чинником від багатьох патологічних агентів (як хімічних, так і механічних) (Ferrenberg, 2020).

У досліджуваних вибірках *P. sylvestris* лише 24,07% особин були заселені омелою. Серед них 56,97% мали слабкий ступінь розвитку інвазії, 37,98% – середній та 5,05% – важкий. Такий розподіл рівнів зараженості, при якому найменша кількість дерев (2–6%) має важку ступінь ураженості, досить часто відмічається в міських насадженнях центральної та східної Європи (Lech et al., 2020; Skrupnik et al., 2020).

Серед деревних рослин, на яких оселяється *V. album*, не були відмічені види роду *Quercus* L. Представників цього роду вражає *Loranthus europaeus* Jacq. (дубова омела європейська) (Krasylenko et al., 2019). Серед рослин, які досить рідко заселяються *V. album* – представники родів *Aesculus* L. та *Syringa* L. Нами не відмічено жодного випадку враження дерев вільхи (*Alnus* Mill.). Так, ми спостерігали існування не вражених *V. album* особин *Alnus* sp. у місцях, де дерева інших видів, що росли поруч, мали середній та важкий ступінь зараження. В літературі є повідомлення про зростання *V. album* на представниках роду *Alnus* на території Польщі та Росії (Lech et al., 2020; Skrupnik et al., 2020), що не дозволяє зазначити ці рослини як стійкі до *V. album* у межах всього ареалу.

Серед опублікованих є дещо суперечливі дані щодо стійкості тих чи інших видів рослин до ураження *V. album*. Так, наприклад, рослини роду *Pyrus* L. вважаються стійкими до *V. album* (Beilin, 1968), однак, в інших роботах відмічається їхнє зараження як *V. album*, так і *V. coloratum* (Kom.) Nakai (Krylov, Leusova, 2006). Нами також відмічено зростання *V. album* на рослинах *Pyrus* sp. За даними

Becker (2000), деякі види листяних порід дерев є стійкими до зараження *V. album* (наприклад, *Fagus sylvatica* L.), а інші (представники родів *Quercus* та *Ulmus*) заражаються зрідка. На підставі власних досліджень та аналізу літературних даних, було зафіксовано види, які залишаються незаселеними навіть при високому ступені інфікування оточуючих особин інших видів, а саме: *Quercus robur* L., *Ulmus pumila* L. та *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.

Існування в безпосередній близькості сильно уражених та зовсім не уражених рослин наводить на думку про можливість наявності стійкості. Говорячи про стійкість, ми маємо на увазі наявність певних особливостей рослин, які дозволяють деякою мірою протистояти успішному проростанню та закріпленню насіння паразитичної рослини. У попередніх дослідженнях за допомогою молекулярно-генетичних маркерів, що базуються на поліморфізмі довжини інтронів генів тубуліну, було виявлено внутрішньо- та міжвидовий поліморфізм у понад 20 видів деревних рослин (Kalafat et al., 2017). Також ці маркери було використано для генетичного профілювання рослин *P. sylvestris*, які зростають поруч, мають однаковий життєвий стан, належать до однієї вікової категорії, однак одні особини заселені *V. album*, інші – ні.

ДНК-профілі проаналізованих зразків *P. sylvestris* містили щонайменше по 8 цільових фрагментів інтронів генів β -тубуліну в діапазоні 300–2000 п. н. (рис. 3). У межах досліджуваної вибірки дерев *P. sylvestris* виявлено значну кількість поліморфних фрагментів інтронів β -тубуліну, що дозволило охарактеризувати дану вибірку як генетично гетерогенну. Однак виявити відмінності між генотипами дерев *P. sylvestris*, заселених *V. album*, та стійких до зараження, не вдалося. Не виключено, що це пов'язано з невеликою кількістю проаналізованих особин (нечисельність вибірки). З цієї причини питання пошуку генетичних маркерів, які б змогли диференціювати стійкі та нестійкі рослини, залишається невирішеним.

Вважається, що на успішність прикріплення насіння та проростання гаусторій впливають певні особливості кори (Ahmed, Dutt, 2015). Оскільки насінина *V. album* повинна міцно триматися на поверхні, щоб проросток міг проникнути всередину живих тканин, відмінності в фізичних або хімічних властивостях кори, вочевидь, можуть створювати велику різницю в успішності інфікування. Однак, в результаті спостережень нами відмічено, що успішне

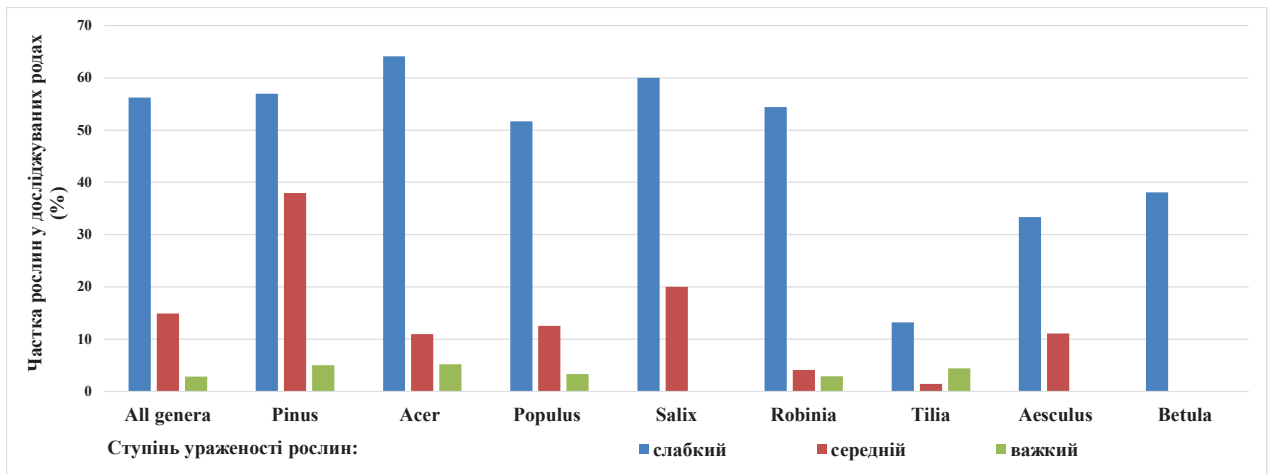


Рис. 1. Частка рослин у досліджуваних родах з різним ступенем ураженості *Viscum album*
 Fig. 1. Percentage of plants of the studied genera with different levels of infestation by *Viscum album*



Рис. 2. Відсутність заселення *Pinus sylvestris* (A) та *Picea pungens* (B) рослинами *Viscum album subsp. album*
 Fig. 2. Trees of *Pinus sylvestris* (A) and *Picea pungens* (B) not infested by *Viscum album subsp. album*

проростання гаусторіїв *V. album* можливе на досить різноманітних типах кори. Також було висунуто припущення, що *V. album* віддає перевагу деревам з м'якою деревиною (Varga et al., 2014). Однак, відмічена нами значна частота появи *V. album* на кленах, що належать до дерев з твердою деревиною, свідчить про те, що не можна виокремлювати лише один фактор, який визначав би вибір дерева-господаря *V. album*.

Раніше було описане явище, коли сусідні дерева одного і того ж виду мали неоднаковий ступінь інфікованості *V. album*. Пояснювалося це різною привабливістю (зручністю) рослини для відпочинку птахів, які переносять насіння. Більш високі дерева привабливіші для птахів, а отже частіше заражаються омелою (Kolodziejek et al., 2013). З цієї ж причини сильніше вражені дерева знаходяться на берегах водойм (Zuber, 2004). Було показано, що птахи для відпочинку та ночівлі віддають перевагу поодиноким деревам та таким, що стоять на узбіччі лісу, а отже саме вони більш інтенсивно заражаються *V. album* (Grundmann et al., 2011; Baltazar et al., 2013). Нами було відмічено, що в лісових масивах значна кількість заражених дерев спостерігається по краях деревостанів.

У деяких дослідженнях зазначається також залежність зараження і від віку рослини. Так, в роботі Barbu (2012) відмічається, що дерева *Abies alba* Mill. віком понад 100 років були інфіковані сильніше за молоді рослини.

У досліджуваних нами вибірках рослин було проаналізовано вікову структуру та ураженість дерев різних вікових категорій (рис. 4, 5). За допомогою критерію Пірсона (χ^2) виявлено залежність між віком рослини та зараженням *V. album*.

Серед досліджених квіткових рослин найчастіше вражалися дерева віком 45–50 років. У нашому випадку ці рослини можна класифікувати як "старі", оскільки серед досліджуваних дерев не було відмічено рослин віком більше 70–80 (або старше) років. Для *P. sylvestris* так само максимальна кількість заражених рослин відзначалася в категорії віком 45–50 років, однак у цих самих вибірках дерев омела зростала також на особинах віком 90–100 років. На рослинах віком близько 150 років *V. album* не відмічено.

Позитивну кореляцію між зараженням та віком дерева було показано і для інших видів паразитичних рослин (González-Elizondo et al., 2018; Ferrenberg, 2020). Проте, це завжди були старовікові рослини.

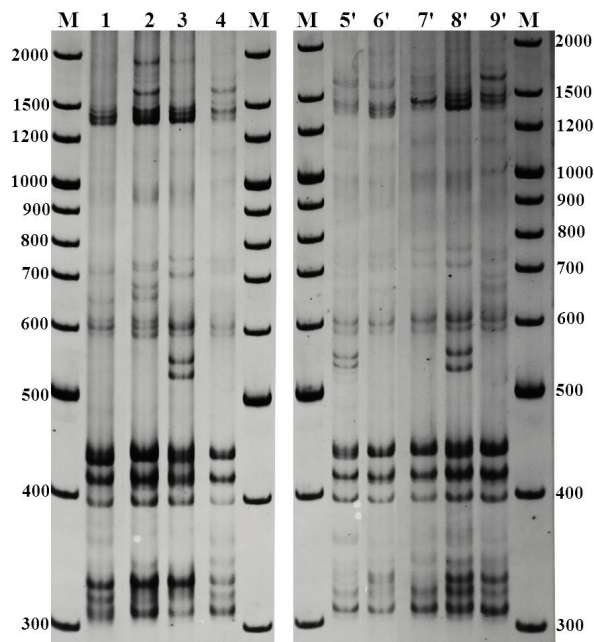


Рис. 3. Молекулярні ТБП-профілі *Pinus sylvestris*, отримані за допомогою праймера до першого інтрону генів β -тубуліну. 1–4 – зразки, на яких відсутній *Viscum album*; 5'–9' – зразки, на яких зростає *V. album*; М – ДНК-маркер "100 bp Ladder"

Fig. 3. Molecular TBP profiles of *Pinus sylvestris* obtained using a primer to the first intron of β -tubulin genes. 1–4 – samples not affected by *Viscum album*; 5'–9' – samples affected by *V. album*; M – DNA-marker "100 bp Ladder"

В той же час, при вивченні особливостей ураження *Pinus aristata* Engelm. видом *Arceuthobium microcarpum* (Engelm.) Hawksw. & Wiens (*Santalaceae*) показано переважання саме молодих рослин віком до 30 років (Scott, Mathiasen, 2012).

Такі суперечливі результати щодо зв'язку між інтенсивністю інфікування паразитичною рослиною та віком дерева свідчать про значний вплив сукупності факторів, до яких слід віднести як таксономічну приналежність обох рослин так і характеристики рослини-господаря (вік, життєвий стан), і деревостану в цілому (щільність, різноманіття видів).

Висновки

Таким чином, на підставі власних досліджень та аналізу літературних даних, серед досить широкого спектру рослин, на яких оселяється *V. album* в умовах міста Києва, було відмічено види, які

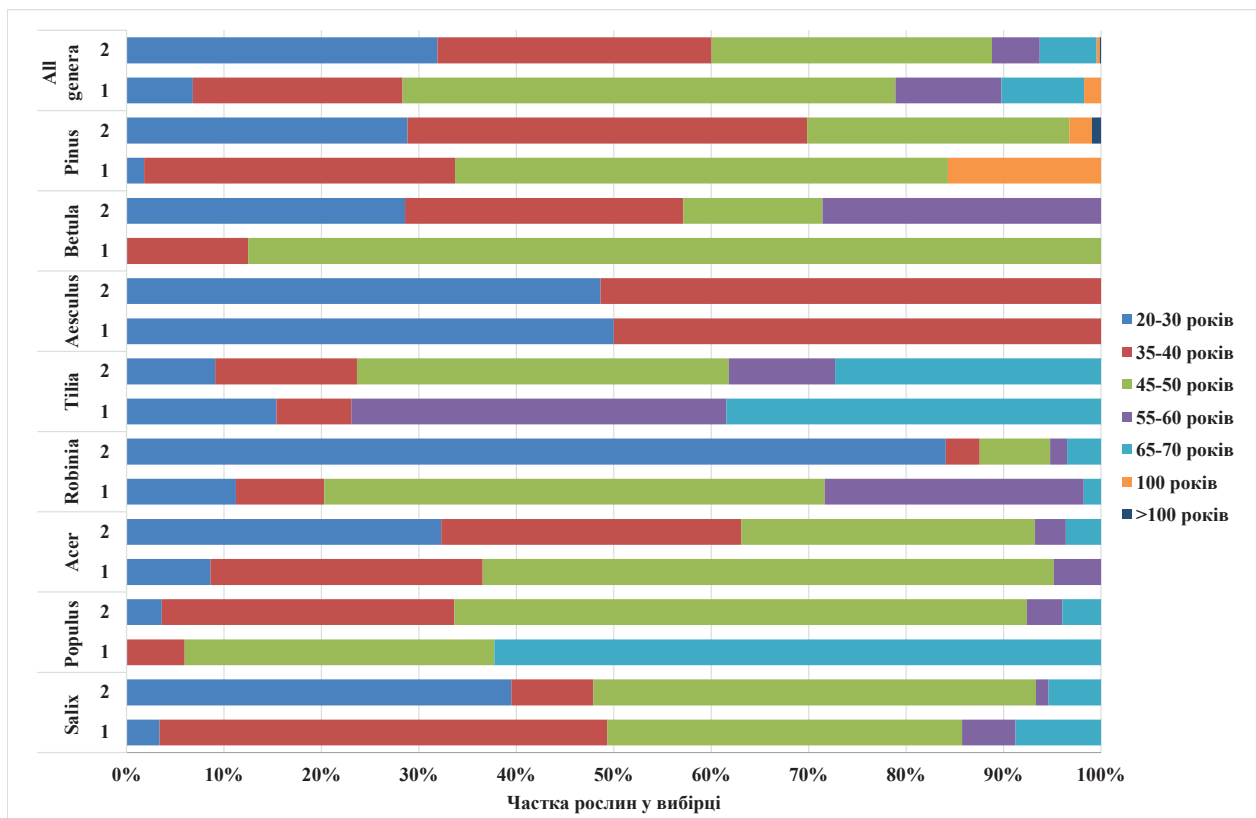


Рис. 4. Вікова структура досліджуваних вибірок: 1 – дерева заселені *Viscum album*, 2 – дерева не заселені *Viscum album*
 Fig. 4. Age structure of the studied samples: 1 – trees inhabited by *Viscum album*, 2 – trees not inhabited by *Viscum album*

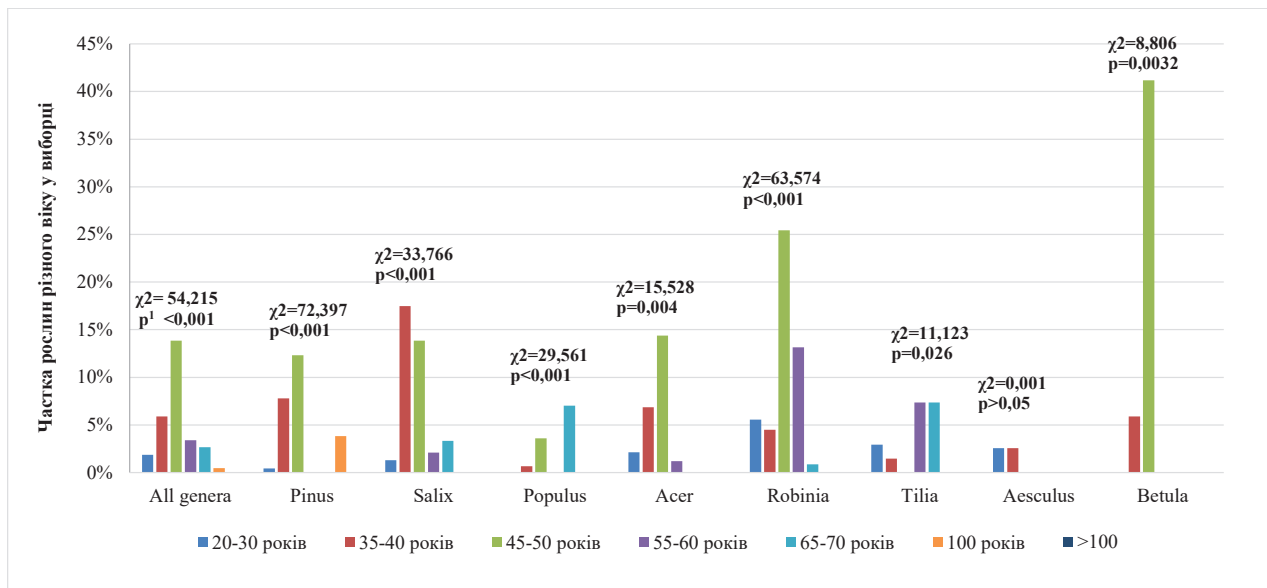


Рис. 5. Ураженість вікових груп досліджуваних видів деревних рослин (χ^2 – критерій Пірсона, p^1 – рівень значущості при порівнянні різниці заселення всіх досліджених дерев різних класів віку, p – рівень значущості відносно віку в межах групи одного роду)

Fig. 5. Percentage of affected trees from different age groups of woody plants (χ^2 – Pearson's criterion, p^1 – level of significance in comparison to all affected trees of different age classes, p – level of significance in relation to age within the same genus)

залишаються незаселеними навіть при високому ступені інфікування оточуючих особин інших видів, а саме, *Quercus robur*, *Ulmus pumila* та *Alnus glutinosa*. За умов використання ТВР-методу не було виявлено генетичних особливостей уражених та неуражених *V. album* особин *P. sylvestris*. Найбільша кількість дерев та ступінь їхнього ураження спостерігалась для *Acer saccharinum*, *Acer platanoides*, *Salix alba*, *Robinia pseudoacacia*, *Populus nigra*, *Tilia cordata* та *Betula pendula*, середній вік яких складав 45–50 років. Слід зазначити, що ефективність заселення *V. album* дерев-господарів також значною мірою залежить від конкретної місцевості.

Подяки

Робота виконана в рамках бюджетної тематики НАН України "Популяційна біологія і генетика *Viscum album* L. в Україні" (2018–2022 рр.), номер держреєстрації 0118U004067.

ORCID

Ю.О. Білоножко: [ID https://orcid.org/0000-0002-7099-0455](https://orcid.org/0000-0002-7099-0455)
Л.О. Калафат: [ID https://orcid.org/0000-0001-9686-5946](https://orcid.org/0000-0001-9686-5946)
А.М. Рабокоть: [ID https://orcid.org/0000-0002-6249-1824](https://orcid.org/0000-0002-6249-1824)
А.С. Постовойтова: [ID https://orcid.org/0000-0003-3768-5763](https://orcid.org/0000-0003-3768-5763)
С.М. Приваліхін: [ID https://orcid.org/0000-0001-9686-5946](https://orcid.org/0000-0001-9686-5946)
А.Є. Демкович: [ID https://orcid.org/0000-0002-7433-1203](https://orcid.org/0000-0002-7433-1203)
Я.В. Пірко: [ID https://orcid.org/0000-0003-1887-5406](https://orcid.org/0000-0003-1887-5406)

Список посилань

- Ahmed Z., Dutt H.C. 2015. Restriction of *Viscum album* to few phorophytes in a habitat with diverse type of tree species. *Austin Journal Plant Biology*, 1(2): 101–105.
- Baltazár T., Pejchal M., Varga I. 2013. Evaluation of European mistletoe (*Viscum album* L.) infection in the Castle Park in Lednice. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 61(6): 1565–1574. <http://doi.org/10.11118/actaun201361061565>
- Barbu C.O. 2012. Impact of white mistletoe (*Viscum album* ssp. *abietis*) infection on needles and crown morphology of silver fir (*Abies alba* Mill.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40(2): 152–158. <http://doi.org/10.15835/nbha4027906>
- Becker H. 2000. European mistletoe: Taxonomy, host trees, parts used, physiology. In: A. Büssing (Ed.). *Mistletoe: The Genus Viscum*. Amsterdam, The Netherlands: Hardwood Academic Publishers; pp. 31–44. <https://doi.org/10.1201/9780203304716>

- Beilin I.G. 1968. *Tsvetkovyye poluparazity i parazity*. Moscow: Nauka, 118 pp. [Бейлин И.Г. *Цветковые полупаразиты и паразиты*. Москва: Наука, 1968, 118 с.]
- Bilonozhko Yu.O., Rabokon A.M., Postovoytova A.S., Kalafat L.O., Pryvalikhin S.M., Demkovych A.Ye., Blume Ya.B., Pirko Ya.V. 2021. Intraspecific differentiation in white mistletoe (*Viscum album* L.) using the analysis of intron length polymorphism of β -tubulin genes and the SSR analysis. *Cytology and Genetics*, 55(1): 1–9. <https://doi.org/10.3103/S0095452721010035>
- Breviario D., Baird W.V., Sangoi S., Hilu K., Blumetti P., Gianiet S. 2007. High polymorphism and resolution in targeted fingerprinting with combined β -tubulin introns. *Molecular Breeding*, 20(3): 249–259. <https://doi.org/10.1007/s11032-007-9087-9>
- Briem F., Eben A., Gross J., Vogt H. 2016. An invader supported by a parasite: Mistletoe berries as a host for food and reproduction of Spotted Wing Drosophila in early spring. *Journal of pest science*, 89 (3): 749–759. <https://doi.org/10.1007/s10340-016-0739-6>
- Dobbertin M., Rigling A. 2006. Pine mistletoe (*Viscum album* ssp. *austriacum*) contributes to Scots pine (*Pinus sylvestris*) mortality in the Rhone valley of Switzerland. *Forest Pathology*, 36: 309–322. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.2006.00457.x>
- Ferrenberg S. 2020. Dwarf mistletoe infection interacts with tree growth rate to produce opposing direct and indirect effects on resin duct defenses in Lodgepole pine. *Forests*, 11: 222. <https://doi.org/10.3390/f11020222>
- Goląbek E., Sławiński J. 2017. The infestation degree of trees with common mistletoe *Viscum album* L. and their health status (on the example of Praszka city). *Journal of Ecological Engineering*, 18(6): 80–85. <https://doi.org/10.12911/22998993/76831>
- González-Elizondo M., Flores-Villegas M.Y., Álvarez-Zagoya R., González-Elizondo M.S., Márquez-Linares, M.A., Quiñonez-Barraza S., Mathiasen R.L. 2018. Effects of Mexican dwarf mistletoe (*Arceuthobium vaginatum* subsp. *vaginatum*) on the growth of *Pinus cooperi* in Durango, Mexico – A case study. *Forest Pathology*, 49: e12473. <https://doi.org/10.1111/efp.12473>
- Green M.R., Sambrook J. 2012. *Molecular cloning*. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1890 pp.
- Grundmann B., Pietzarka U., Roloff A. 2011. *Viscum album* L. s. l., 1753. In: Schütt et al. (Eds.). *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. Band 59. Landsberg am Lech: Ecomed, pp. 1–18.
- Halkin S.I., Drahan N.V., Doyko N.M., Pydorych Yu.V. 2017. *Introduktsiya roslin*, 3: 71–78. [Галкін С.І., Драган Н.В., Дойко Н.М., Пидорич Ю.В. 2017. Омела в системі відносин "господар–паразит". *Інтродукція рослин*, 3: 71–78].
- Hnatyuk O.M., Kavun E.M. 2016. *Visnyk Zhytomyrs'koho natsional'noho ahroekolohichnoho universytetu*, 2(1): 183–192. [Гнатюк О.М., Кавун Е.М. 2016. Особливості розповсюдження омели білої в паркових і рекреаційних зонах Лісостепу та Полісся. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*, 2(1): 183–192].

- Kalafat L.O., Pirko N.N., Demkovych A.Ye., Privalikhin S.N., Rabokon A.N., Pirko Ya.V., Blume Ya.B. 2017. *The Bulletin of Ukrainian Society of Geneticists and Breeders*, 15(2): 160–167. [Калафат Л.О., Пірко Н.М., Демкович А.Є., Приваліхін С.М., Рабоконт А.М., Пірко Я.В., Блюм Я.Б. 2017. Оцінка генетичної різноманітності різних видів деревних рослин за допомогою поліморфізму інтронів генів β -тубуліну. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*, 15(2):160–167]. <https://doi.org/10.7124/visnyk.utgis.15.2.874>
- Kollas Ch., Gutsch M., Homme R., Lasch-Born P., Suckow F. 2017. Mistletoe-induced growth reductions at the forest stand scale. *Tree Physiology*, 38: 735–744. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpx150>
- Kolodziejek J., Patykowski J., Kolodziejek R. 2013. Distribution, frequency and host patterns of European mistletoe (*Viscum album* subsp. *album*) in the major city of Lodz. *Poland Biologia*, 68(1): 55–64. <https://doi.org/10.2478/s11756-012-0128-4>
- Krasylenko Yu., Sosnovsky Y., Atamas N., Popov G., Leonenko, V., Janošiková K., Sytschak N., Rydlo K., Sytnyk D. 2020. The European mistletoe (*Viscum album* L.): distribution, host range, biotic interactions, and management worldwide with special emphasis on Ukraine. *Botany*, 98(9). <https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/cjb-2020-0037>
- Krasylenko Yu.A., Gleb R.Yu., Volutsa O.D. 2019. *Loranthus europaeus* (*Loranthaceae*) in Ukraine: an overview of distribution patterns and hosts. *Ukrainian Botanical Journal*, 76(5): 406–417. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj76.05.406>
- Krylov A.V., Leusova N.Yu. 2006. *Vestnik DVO RAN*, 2: 64–69. [Крылов А.В., Леусова Н.Ю. 2006. Паразитизм растений флоры Дальнего Востока России. *Вестник ДВО РАН*, 2: 64–69].
- Lech P., Zólcziak A., Hildebrand R. 2020. Occurrence of European Mistletoe (*Viscum album* L.) on forest trees in Poland and its dynamics of spread in the period 2008–2018. *Forests*, 11(83): 1–16. <https://doi.org/10.3390/f11010083>
- Mathiasen R.L., Nickrent D.L., Shaw D.C., Watson D.M. 2008. Mistletoes: pathology, systematics, ecology, and management. *Plant Disease*, 92: 988–1006.
- Ozturk M., Coskuner K.A., Usta Y., Serdar B., Bilgili E. 2019. The effect of mistletoe (*Viscum album*) on branch wood and needle anatomy of Scots pine (*Pinus sylvestris*). *IAWA Journal*, 40: 352–365. <https://doi.org/10.1163/22941932-40190219>
- Press M.C., Phoenix G.K. 2005. Impacts of parasitic plants on natural communities. *New Phytologist*, 166(3): 737–751. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01358.x>
- Scott J.M., Mathiasen R.L. 2012. Assessing growth and mortality of bristlecone pine infected by dwarf mistletoe using dendrochronology. *Forest Science*, 58: 366–376. <https://doi.org/10.5849/forsci.10-142>
- Skrypnik L., Maslennikov P., Feduraev P., Pungin A., Belov N. 2020. Ecological and landscape factors affecting the spread of European Mistletoe (*Viscum album* L.) in urban areas (a case study of the Kaliningrad City, Russia). *Plants*, 9: 394. <https://doi.org/10.3390/plants9030394>
- Szmidla H., Tkaczyk M., Plewa R., Tarwacki G., Sierota Z. 2019. Impact of Common Mistletoe (*Viscum album* L.) on Scots Pine forests – A call for action. *Forests*, 10: 847. <https://doi.org/10.3390/f10100847>
- Varga I., Poczai P., Tiborc V., Aranyi N.R., Baltazár T., Miloš Pejchal M., Hyvönen J. 2014. Changes in the distribution of European mistletoe (*Viscum album*) in Hungary during the last hundred years. *Folia Geobotanica*, 49: 559–577. <https://doi.org/10.1007/s12224-014-9193-5>
- Zachwatowicz M., Petrović K., Sudnik-Wójcikowska B. 2008. The occurrence of European mistletoe under the conditions of high human impact in the central part of Warsaw, Poland. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 22: 101–114.
- Zuber L.D. 2004. Biological flora of Central Europe: *Viscum album*. *Flora*, 199: 181–203.
- Zweifel R., Bangerter S., Rigling A., Sterck F.J. 2012. Pine and mistletoes: how to live with a leak in the water flow and storage system? *Journal of Experimental Botany*. 63: 2565–2578. <https://doi.org/10.1093/jxb/err432>

Білоножка Ю.О., Калафат Л.О., Рабоконт А.М., Постовойтова А.С., Приваліхін С.М., Демкович А.Є., Пірко Я.В. 2022. **Особливості деревних рослин, які заселяє *Viscum album* (*Santalaceae*) у місті Києві.** *Український ботанічний журнал*, 79(6): 388–396.

ДУ "Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України", вул. Осиповського 2а, Київ 04123, Україна

Реферат. У результаті проведеного дослідження серед широкого спектру видів, на яких оселяється *Viscum album* у місті Києві, відмічено види, які залишаються незаселеними навіть у разі високого ступеня інфікування оточуючих особин. До таких належать *Quercus robur*, *Ulmus pumila* та *Alnus glutinosa*. Встановлено, що серед інфікованих рослин лише 4,34% листяних порід та 5,05% хвойних мали важкий ступінь ураження напівпаразитом (більше 20 особин *V. album* у кроні). Найбільша кількість заселених дерев та ступінь їхнього ураження спостерігалася для *Acer saccharinum*, *Acer platanoides*, *Salix alba*, *Robinia pseudoacacia*, *Populus nigra*, *Tilia cordata* та *Betula pendula*, середній вік яких складав 45–50 років. При дослідженні генетичних особливостей уражених та неуражених *V. album* особин *Pinus sylvestris* на молекулярно-генетичному рівні за ТВР-маркерами відмінностей виявлено не було.

Ключові слова: рослина-господар, ступінь зараження, ТВР-маркери, *Viscum album*