

УДК 574.23(57.047)

<https://doi.org/10.33989/2021.7.2.261543>**Е.М. Кавун, І.В. Березовський, В.В. Панько**

Донецький національний університет імені Василя Стуса

Вул. 600-річчя, 21, Вінниця, 21021

e.kavun@donnu.edu.ua (1)

ORCID iD 0000-0001-9670-4202 (1)

ORCID iD 0000-0002-3319-7028 (3)

ІНВАЗИВНИЙ ЦИКЛ ТА ОЦІНКА ГЛИБИНИ УРАЖЕННЯ ПРЕДСТАВНИКІВ ДЕНДРОФЛОРИ УКРАЇНИ В ОКРЕМИХ ЕКОСИСТЕМАХ ОМЕЛОЮ БІЛОЮ (*VISCUM ALBUM L.*)

Анотація. Дослідження, пов'язані з біологією та екологією омели білої (*Viscum album L.*), з аналізом її впливу на дендрофлору природних та штучних екосистем. Проаналізована послідовність етапів інвазійного циклу омели, починаючи з етапу інфікування, напруженості інвазії (ступеню її поширення у кроні), пригнічення розвитку дерев, їх загибелі, а також механізм цих процесів. Стадії мають різну тривалість у різних видів. Проведено порівняння повного циклу зараження омелою для тих видів, які найчастіше інфікуються на Поліссі, Східному Поділлі та в прибережних районах правого узбережжя Дніпра. Найбільш чутливими видами до інвазії виявилися наступні: *Populus nigra L.*, *P. balsamifera L.*, *Tilia cordata Mill.*, *Salix babylonica L.*, *S. fragilis L.*, *Juglans nigra L.*, *J. cinerea L.*, *Sorbus aucuparia L.*, *Betula pendula Roth.*, *Acer saccharum Marshall.*, *A. saccharinum L.*, *Fraxinus excelsior L.* Напруженість інвазії та глибина ураження омелою, яка враховує також і ступінь пригнічення згаданих та деяких інших видів, стали на сьогодні особливо загрозливими, що вимагає пошуку шляхів вирішення цієї біологічної і екологічної проблеми. Ряд видів здатні протистояти поширенню омели навіть за умов їх зараження через наявність внутрішніх механізмів, що забезпечують їх відносно високу стійкість до цього паразита, серед них: *Populus pyramidalis Rozier.*, його гібриди, *Quercus rubra L.*, *Prunus avium L.*, *Prunus cerasifera Ehrh.* Значна кількість видів дендрофлори знаходиться поза впливом омели. Це вказує на існуючі специфічні бар'єри, які блокують подальше розповсюдження та адаптацію серед популяцій *Viscum album L.* Запропоновано концепцію резистентності та чутливості до омели представників дендрофлори. Оптимізований алгоритм визначення напруженості інвазії з боку *V. album L.*, процесів пригнічення, загибелі та подальшої біодеградації уражених дерев. Проведено класифікацію характеру взаємодії омели та дерев-господарів. Потужна експансія омели білої вимагає спільних зусиль вчених та держави для обмеження її поширення.

Ключові слова: омела біла; омела європейська; *Viscum album L.*; інвазивний цикл; пригнічення дендрофлори; природні та штучні екосистеми.

Вступ. Поширення омели білої або європейської *Viscum album L.* в Україні набуло за останні 20-30 років загрозливого характеру і наносить істотний збиток лісовим насадженням, садам, паркам, ботанічним садам, рекреаційним територіям, лісосмугам як в Україні, так і у Європі (Krasulyenko et al. 2020; Рибалка, & Вергелес, 2016; Yelptiforov & Klymenko, 2020; Матусяк, 2019; Shaw & Lee, 2020; Гнатюк, & Кавун, 2016; Barney, Hawksworth, & Geils, 1998; Zuber, 2004)

Ймовірно має місце зв'язок між агресивністю омели та загальним станом навколишнього середовища. Відсутність доступних методів боротьби з омелою спонукає до більш детального вивчення усіх етапів інвазійного процесу та пошуків шляхів зменшення його активності, це дозволить спланувати подальші дослідження механізмів адаптації паразита, його інвазійності.

Методи дослідження. Територія дослідження. Особливості експансії інвазії омелою листяних і хвойних представників дендрофлори вивчалися у м. Вінниця та її околицях, також в м. Житомирі і області, на Київщині, Черкащині, Хмельниччині і включало ліси, лісосмуги, узбережжя річок з використанням наземного та водного транспорту, шляхом організації польових робіт та експедицій. Інвазію вивчали переважно у зимовий період, а пригнічення переважно у весняно-літній період.

Для визначення ступеню інвазії використовували 5-и бальну систему, як наведено у табл. 1. Для визначення ступеню пригнічення/пошкодження окремих дерев або кущів омелою, їх біодеструкції використовували 5-и бальну систему, яка наведена у табл. 2.

Таблиця 1

Етапи інвазії окремих дерев та кущів з боку омели білої (*Viscum album L.*)

ОЦІНКА СТУПЕНЮ ІНВАЗІЇ			
Послідовність та ступені розвитку інвазії	Кількість кущів омели на рослині, напруженість інвазії	Індекс напруженості інвазії у балах (<i>I.Inv.</i>)	Примітки
Інвазія відсутня	0	0	Для низькорослих дерев та кущів висотою до 5 метрів додаються два бали, для середньорослих 5-10 метрів висотою додається один бал з метою компенсації малого розміру крони
I ступінь, початок інфікування	1-5	1	
II ступінь, інвазія помірна	6-20	2	
III ступінь, інвазія сильна	21-50	3	
IV ступінь, ураження дуже сильне	50-100	4	
V ступінь, ураження надзвичайно сильне	понад 100	5	

Таблиця 2

Оцінка ступеню пригнічення окремих дерев та кущів з боку омели білої (*Viscum album L.*)

ОЦІНКА СТУПЕНЮ ПРИГНІЧЕННЯ (А) ТА БІОДЕСТРУКЦІЇ (В)				
Етапи пригнічення	Опис пригнічення / ушкодження	Індекси пригнічення у балах (<i>I.Sup.</i>)	Примітки	
ЕТАП ПРИГНІЧЕННЯ/ПОШКОДЖЕННЯ (А)				
	Ознаки пригнічення відсутні	0	Слід відділяти ті дерева, загибель яких пов'язана з іншими процесами, наприклад з впливом кореневої губки (<i>Heterobasidion annosum</i>) та бактеріальної водянки (<i>Erwinia multivora</i>) у берез. Загиблими від омели слід вважати лише ті дерева, що мають чіткі сліди її інвазії.	
A1	На верхівках листя розріджене, набуває блідо-зеленого відтінку, перші всохлі кущі омели	1		
A2	До 60% крони всихає, кущі омели переважно бурого кольору	2		
A3	Зелені лише окремі гілки, омела бурого кольору або без листя, кора відходить від стовбура та гілок	3		
ЕТАП БІОДЕСТРУКЦІЇ (В)				
B1	Дерево повністю всихає, кора відділяється від стовбуру і гілок, омела втрачає листя	4		
B2	Дерево втрачає кору і гілки, помітні залишки омели або її сліди	5		

Глибину ураження (*D.Inv.*) оцінювали як суму індексів інвазії та пригнічення, яка може сягати максимум 10 балів.

$$D.Inv. = I.Inv. + I.Sup.$$

Вік омели визначали шляхом аналізу гілкування її кущів. Для геоценологічних досліджень використовували дані Google maps.

Результати та обговорення. *Viscum album L.* відноситься до класу *Eudicots* порядок *Santalales*, родина *Santalaceae*, рід *Viscum L.* В межах виду *Viscum album L.* виділяють ряд підвидів: *V. album subsp. Abietis*, *V. album subsp. Album*, *V. album subsp. Coloratum*, *V. album subsp. Creticum*, *V. album subsp. Austriacum*, що розрізняються морфологічно і за видом дерев-господарів (Barney, Knutson), підвид *V. album subsp. Meridianum*, Danser (Plant List, Plants of the World Online).

Ареал *V. Album* – охоплює на заході Великобританію і Іспанію, на півночі південь Скандинавії і Прибалтику; південний кордон пролягає через Італію, Грецію, Крим, Закавказзя, Північний Кавказ; на сході сягає східних і північно-східних кордонів України та чорнозем-

ної частини Російської Федерації. Сьогодні омела європейська також виявлена і в США, штат Каліфорнія (Shaw, & Lee, 2020).

Для оцінки інвазійних процесів нами були обстежені окремі території Вінницької, Житомирської, Київської, Черкаської та Хмельницької областей, окремі райони Закарпаття. Це, насамперед, паркові зони міст, насадження у кварталах та на вулицях, у приміських та рекреаційних зонах. У лісосмугах, насадженнях та природних екосистемах вздовж річок Південний Буг (Вінниччина), р. Тетерів, р. Кам'янка, р. Вуж та р. Жерев (Житомирщина), праве узбережжя Дніпра від. Конча-Заспи і до с. Витачів та від м. Ржищів через Регіональний ландшафтний парк «Трахтемирів» до Канівського заповідника, як показано на рис.1:

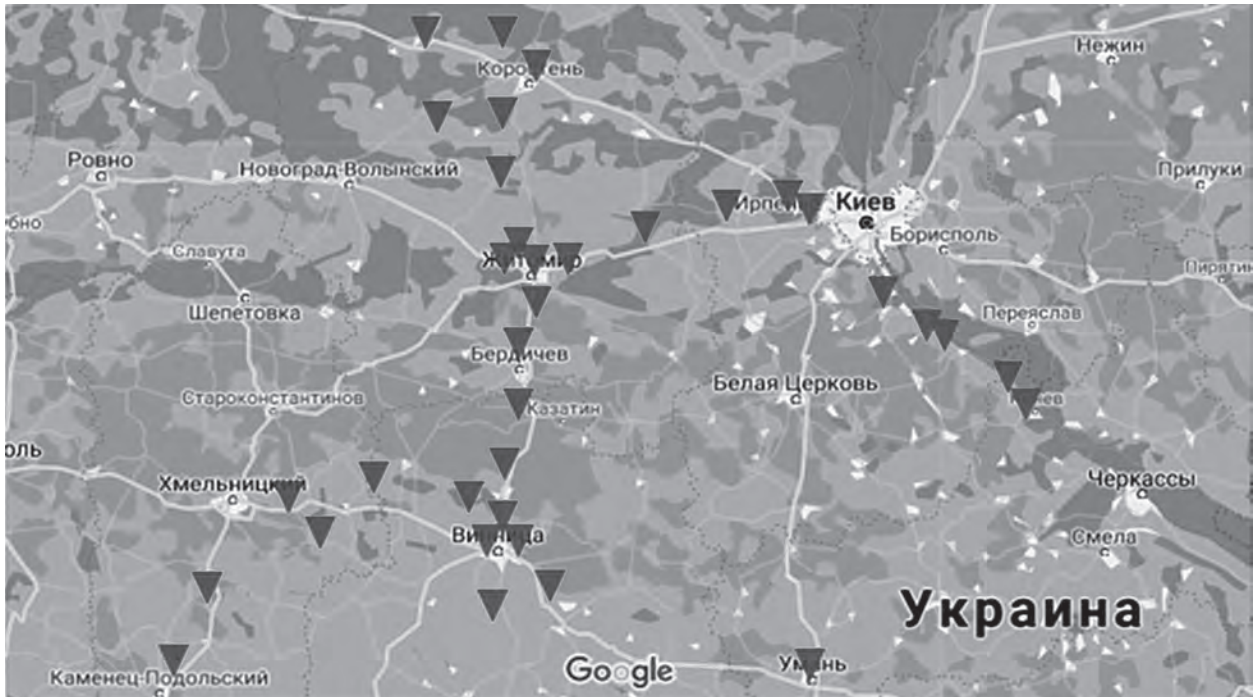


Рис.1. Території, на яких проводився моніторинг експансії *Viscum album L.*

Омела біла, або європейська (*V. album subsp. album*) в межах свого ареалу захопила значний видовий спектр дендрофлори, що налічує 452 підвидів, сортів та гібридів серед 96 видів дерев та кущів (Barney, Hawksworth, & Geils, 2007), значна частина яких поширена в Україні. Нами виявлено понад 25 видів, що уражаються омелою.

Цілий ряд видів представників дендрофлори знаходиться під потужним тиском омели, це: *Populus nigra*, *Acer saccharum*, *Acer saccharinum*, *Salix fragilis*, *Salix babylonica*, *Betula pendula*, *Fraxinus excelsior*, *Robinia pseudoacacia*, *Sorbus aucuparia*, *Tilia cordata*. Ступінь інвазії для даних видів сягає 5 балів, а глибина ураження – до 10 балів.

Підвид *V. album subsp. austriacum* був виявлений поблизу с. Коло-Михайлівка на березі річки П. Буг, велика популяція – в районі Конча-Заспа під Києвом та на території Копичанського лісництва Поліського заповідника на Житомирщині (дані надані інженером-лісопатологом ДСЛП «Вінницялісозахист» Логіною С.О. Пригнічення омелою *Pinus sylvestris L.* помічено не було.

Як напівпаразит, омела отримує воду і мінеральні солі, деякі поживні речовини від рослини-господаря за рахунок сисних гаусторій другого порядку, які відходять від гаусторій першого порядку (Hawksworth et al., 1996).

Кущі омели розгалужуються переважно за дихотомічним типом гілкування, на тип гілкування впливають як вік омели так і морфологічні особливості *Viscum album* що паразитує на різних видах дерев-живителів.



Рис. 2. Зліва на фото (I) два представники *Populus nigra* (м. Вінниця, о. Кемпа) Справа (II) верхня частина крони *Fraxinus excelsior*, м. Вінниця, вул. Академіка Янгеля.

Листки у омели супротивні, розташовані попарно, шкірясто-м'ясисті, видовженої овальної форми довжиною від 3 до 8 см. На розмір і форму листків також впливають умови розвитку напівпаразиту в межах окремих субпопуляцій.

Омела – рослина дводомна. Напівпрозорі, білуватого кольору ягодоподібні плоди з 1-2 насінинами досягають восени, осипаються у період з кінця зими до початку літа.

За типом взаємовідносин паразит-хазяїн всю дендрофлору по відношенню до омели умовно можна поділити на 5 груп (рис. 4). Значна кількість видів взагалі не інфікується омелою завдяки існуванню специфічних біологічних бар'єрів. На деяких видах її поширення незначне, як на *Populus pyramidalis* та на її гібридах. Істотна кількість видів витримує сильну інвазію без суттєвого їх пригнічення: *Crataegus spp.*, *Robinia pseudoacacia*, *Malus spp.*, *Acer tataricum*, деякі інші.

На фоні сильної інвазії пригнічується розвиток *Populus nigra*, *Acer saccharum*, *A. saccharinum*, *Fraxinus excelsior*, *Robinia pseudoacacia*, *Tilia cordata*.

На світліні зліва (I) тополя чорна знаходиться на останній фазі пригнічення з глибиною ураження 8 балів (A) та 9 балів (B). Крона (A) вже втратила листя, але деяка кількість кущів омели ще лишається зеленою. Друга тополя (B) після усихання перейшла у фазу деградації і вже втрачає кору. На світліні справа (II) – верхня частина крони ясена звичайного (*Fraxinus excelsior*) з глибиною ураження – 6 балів, на якому видно наростаючі до верхівки крони кущі омели (C).

Для деяких видів-живителів омела високотоксична навіть за помірною і незначною їх ураження, наприклад серед представників *Juglandaceae*, *Sorbus aucuparia*, що призводить до їх швидкої загибелі (табл. 3).

Більш потужне інфікування дерев омелою відмічається у містах, населених пунктах, лісосмугах, менше – у лісах, що може віддзеркалювати рівень антропогенного тиску та особливості біоценотичних взаємодій.

Важливу роль у поширенні омели відіграють птахи, що харчуються її ягодами і тому переносять насіння на інші рослини, серед яких: омелюх звичайний (*Bombycilla garrulus*, L.),

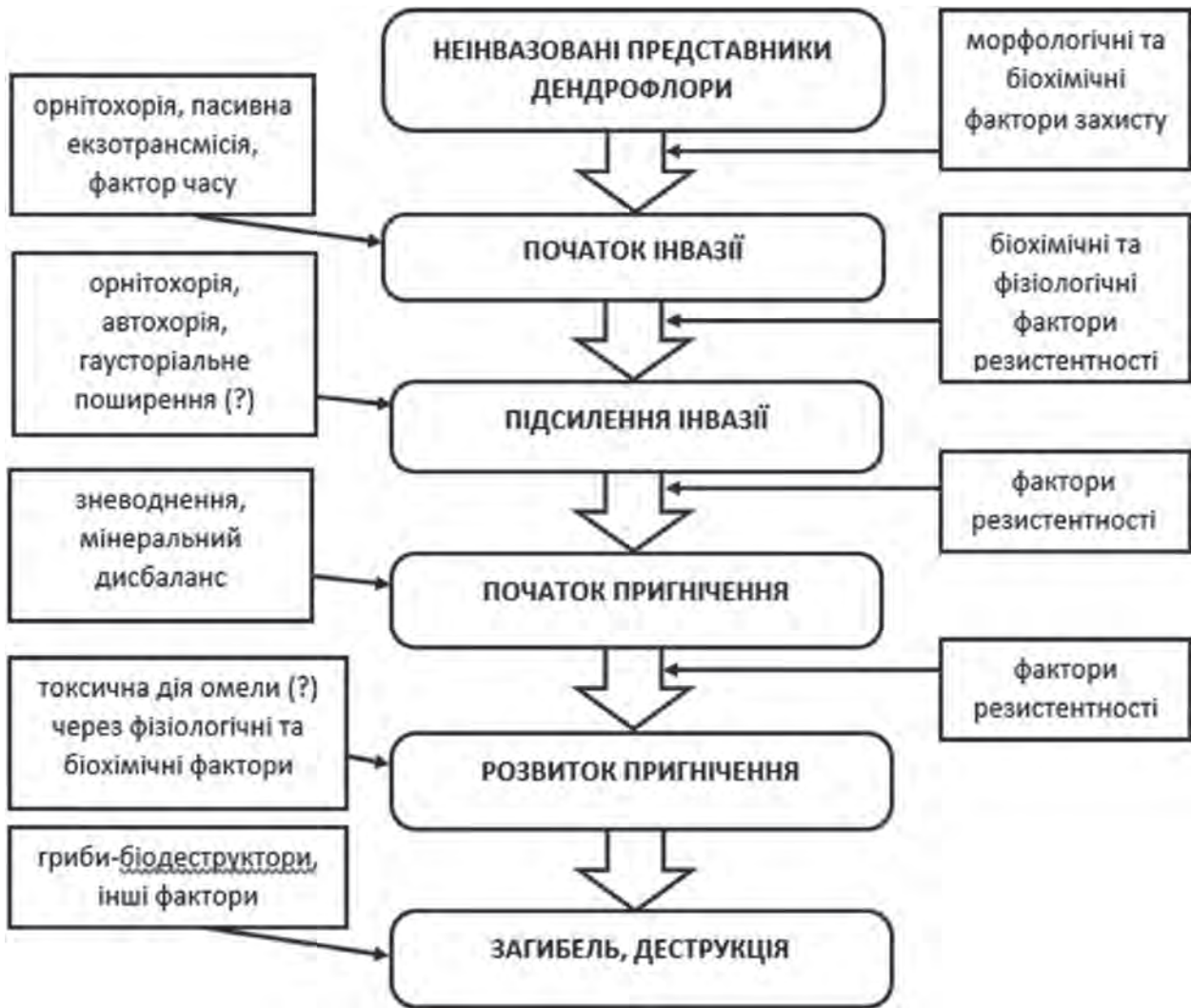


Рис. 3. Загальна схема проходження і розвитку інвазивних процесів, що забезпечують експансію омели (*Viscum album* L.) та фактори її стримування.

чикотень (*Turdus pilaris* L.), дрізд-омелюх (*Turdus viscivorus* L.), кропів'янка чорноголова (*Sylvia atricapilla* L.). Омела може поширюватися також і шляхом *епізоохорії* (екзоорнітозоохорії) завдяки вісцину, який приклеює насіння до лапок і дзьобів птахів.

Певну роль в поширенні омели відіграє *автохорія* (пасивна ендотрансмiсія). Насіння омели з верхньої частини крони спускається на нижні яруси тих самих дерев за допомогою ниточок вісцину. Аналогічно, завдяки пасивній екзотрансмiсії насіння переноситься на більш низькі яруси сусідніх дерев та кущів, де воно проростає за сприятливих умов.

Гаусторіальне поширення. Ми вважаємо, що нові кущі омели в кроні дерев можуть з'являтися і за рахунок розростання і наступного проростання гаусторій на гілках верхнього ярусу крони, вік яких лише 2-4 роки, що видно на фото II (рис. 2., С). Це явище характерне лише для окремих видів, експансія омели у кроні яких дерев швидко досягає 4-5 балів: *Populus nigra*, *Acer saccharum* та *A. saccharinum*, *Fraxinus excelsior*. На наш погляд, це явище не пов'язане лише з орнітозоохорією, хоча остаточно цей шлях поширення омели можна підтвердити після повного і детального розпилу всієї крони дерев-живителів.

В природних умовах мають місце всі способи поширення омели, але у різних співвідношеннях, тому чітко розділити їх між собою важко або неможливо. Все ж окремі процеси можуть бути ідентифіковані або промодельовані (рис. 3).

Вік кущів омели може сягати кількох десятків років, а їх відмирання синхронізується з загибеллю дерева-живителя або його частини. Помічено, що під час сильних вітрів, за рахунок високої парусності, кущі омели відриваються від гілок і падають на землю. Спостері-

галосся також, як льодові дощі, що мали місце наприкінці листопада 2014 р. у м. Житомирі і області, призвели до потужного льодоламу кущів омели.

Омела може морфологічно відрізнятися на різних видах дерев: за кольором, формою і густиною кущів, особливостями їх гілкування, розміром і формою листків. На сильноінфікованих *Malus spp*, *Populus spp*, *Salix spp*, *Crataegus spp*, зустрічалися істотні морфологічні відмінності омели навіть в межах одного дерева чи куща. *Ступінь інвазії* є ключовим параметром при визначенні ураження і може бути виражено кількісно; *глибина ураження* додатково враховує пригнічення і наступне усихання дерев (табл. 1 і 2). *Фаза пригнічення* залежить від ряду факторів: часу з початку інвазії, швидкості поширення омели у кроні, впливу паразиту на рослину-живителя, рівнем резистентності або чутливості окремих видів дерев чи кущів до омели.

Під *резистентністю* ми будемо розуміти здатність окремих видів стримувати і протидіяти поширенню омели завдяки існуванню певних біологічних бар'єрів. *Чутливість до омели* вказує на високу реактивність дерев-живителів до ураження. Разом з тим ці показники не є абсолютними і можуть мати як видові, так і географічні особливості. Резистентність і чутливість не мають між собою прямого зв'язку, і їх варто розглядати окремо.

Пригнічення дерев-живителів відбувається у результаті фізіологічного і, можливо, біохімічного впливу омели на рослину-господаря. Відомо, що омела має високі показники транспірації, що стимулює дефіцит води в уражених деревах та погіршує їх мінеральний баланс (Knutson, 1983). Омела додатково затіняє крону уражених дерев і зменшує в них ефективність фотосинтезу. Розвиток процесу пригнічення пропонуємо розглядати у вигляді послідовних етапів (табл. 2).

A1, перший етап пригнічення. Листя на верхівках дерев та на окремих гілках набуває блідо-зеленого відтінку, крона стає розрідженим, з'являються перші всохлі кущі омели з листям бурого кольору.

A2, другий етап пригнічення. Значна частина крони дерев-живителів всихає, більшість кущів омели набувають бурого кольору або повністю втрачають листя.

A3, третій етап пригнічення. Зеленими на дереві лишаються лише окремі гілки, листя всюди розріджене, блідо-зеленого відтінку, кора починає відходити від стовбура та гілок, кущі омели набувають бурого кольору і втрачають листя, зрідка ще можуть бути зелені.

На всихаючих деревах також розвиваються гриби-деструктори, переважно: *Boletus fumosus* Pers., *Fomitopsis pinicola* Sw., *Phellinus igniarius* L., *Piptoporus betulinus* Bull, *Polyporus squamosus* Huds, *Trametes hirsuta* Wulfen.

B1, етап загибелі дерев. Дерево-живитель повністю всихає, кора продовжує відділятися від стовбура і гілок, ще зустрічаються кущі омели бурого кольору, але більшість з них вже втратили листя.

B2, етап завершення біодеструкції. Дерево повністю втрачає кору, гілки відпадають, починаючи з дрібних, ще можна побачити залишки кущів омели або сліди їх прикріплення, корінь також руйнується, стовбур падає, деструкція завершується.

Останні два етапи вказують на інтенсивність експансії та на тривалий період ураження омелою певного виду на конкретній території.

Тривалість кожного етапу триває 3-7 років і залежить від виду на якому паразитує омела, географічних та кліматичних умов, екологічного стану екосистем (табл. 3).

Ступінь розвитку інвазії і глибина ураження різних видів на різних територіях відрізняється. Так, на території м. Вінниці і Вінниччини виявлено лише три слабо уражені берези. Навіть з поряд з потужним ураженням інших видів *Betula pendula* залишалася неінфікованою, тоді як у Житомирській, Київській, Черкаських областях ступінь інвазії та пригнічення берези сильні і дуже сильні, а глибина ураження сягає 7-9 балів. *Juglans spp.*, переважно інфікований омелою у Києві (ботанічний сад ім. А.В. Фоміна) та у Вінниці (район ВНАУ, Вишенських озер, вулиці Київська та Академіка Янгеля). В той же час на всіх досліджуваних територіях ні разу не було виявлено ураження омелою грецького горіха (*Juglans regia* L.).

**Порівняння відмінностей у розвитку інвазії *Viscum album* L.
та пригнічення деяких важливих представників дендрофлори**

№ п/п	Представники	Тривалість інвазії (років)	Тривалість пригнічення (років)	Максимальна інвазія (у балах)	Максимальне пригнічення (у балах)	Ступінь ураження (у балах)
1.	<i>Populus nigra</i>	25-30	5-10	5	5	10
2.	<i>P. balsamifera</i>	20-25	5-10	3	5	8
3.	<i>P. pyramidalis</i>	20-25	0	2	0	2
4.	<i>A. saccharum</i>	20-25	5-10	4	4	8
5.	<i>A. saccharinum</i>	20-25	10-15	4	5	9
6.	<i>A. tataricum</i>	15-20	0	3	0	3
7.	<i>Salix fragilis</i>	25-30	10-15	5	4	9
8.	<i>S. babylonica</i>	25-30	10-15	3	5	8
9.	<i>Betula pendula</i> (*)	20-25	10-15	3	5	8
10.	<i>Fraxinus excelsior</i>	15-20	5-10	5	1	6
11.	<i>Tilia cordata</i>	20-30	1-15	5	5	10
12.	<i>Juglans nigra, J. cinerea</i>	10-20	5-10	3	5	8
13.	Рід <i>Crataegus</i>	25-30	15-20	5	1	6
14.	<i>Robinia pseudoacacia</i>	20-25	5-10	4	1	5
15.	<i>Sorbus aucuparia</i>	10-15	5-6	4	5	9
16.	<i>Malus domestica, M. sylvestris</i>	20-25	5-10	5	1	6
17.	<i>Quercus rubra</i>	10-15	0	2	0	2
18.	<i>Aesculus hippocastanum</i>	5-15	0	2	0	2
19.	<i>Syringa vulgaris</i>	2-5	0	2	0	2
20.	<i>Pinus sylvestris</i> (**)	10-20	0	3	0	3

(*) – окрім території Вінниччини, де береза інфікована мінімально

(**) – підвид *V. album* subsp. *Austriacum*.

Сильне локальне ураження осики (*Populus tremula* L.) мало місце лише на околицях м. Житомира, парк в районі Мальованки. Тополя чорна сильно страждає від омели на дуже значних територіях, хоча є багато місць, де вона вільна від паразита. Тополя срібляста або біла (*Populus alba* L.) має осередки з сильним ураженням на лівобережжі Дніпра між м. Обухів та с. Великий Букрин і слабке або відсутнє – в інших. Незначне ураження вільхи чорної (*Alnus glutinosa* L.) відмічено в кількох місцях: вздовж р. Південний Буг, с. Коло-Михайлівка під Вінницею, помірне – поблизу с. Гуйва та с. Глибочиця, поблизу м. Житомир. Липа серцелиста (*Tilia cordata*) сильно інвазована і пригнічена у багатьох місцях Вінниччини, липа крупнолиста (*Tilia platyphyllos* Scop.) вражається слабкіше. Серед дубів незначний рівень інфікування зафіксований лише для дуба червоного (*Quercus rubra* L.) поблизу санаторію імені Коцюбинського та в парку Дружби народів у Вінниці, в той час як у Великобританії уражаються три види дубів: *Quercus rubra* L., *Q. coccinea* Münchh та *Q. palustris* Münchh (Box, 2019). Виявлено незначний та помірний ступінь ураження каштану кінського (*Aesculus hippocastanum*) у м. Вінниця, вул. Соборна та проспект Юності та аличі (*Prunus cerasifera*) і окремі випадки ураження дикої черешні (*Prunus avium*), бузку звичайного (*Syringa vulgaris*), горобини чорноплідної (*Aronia melanocarpa*), всі виявлені в межах м. Вінниці.

Висновки. Аналіз повного циклу інвазії омелою білою різних видів дерев-господарів (*Viscum album* L.) показав, що його етапи є видоспецифічними і можуть істотно відрізнятися в різних екосистемах географічно віддалених територій. Проходження етапів інвазії (інфікування, темп експансії омели у кроні, наступне пригнічення і загибель рослини-хазяїна) пов'язане з особливостями адаптації омели до окремих видів в різних біоценозах.



Рис. 4. Характер взаємовідносин *Viscum album* L з представниками дендрофлори. Зліва – географічна спеціалізація, по центру (1-5) – характер взаємовідносин омела-живитель, виділено 5 груп представників дендрофлори за чутливістю до омели, справа – загальна їх реакція на омелу.

За останні 20-30 років спостерігається суттєве збільшення агресивності і, відповідно, експансії омели. Деякі види дерев і кущів мають високу чутливість, або, навпаки, істотний захисний потенціал, який проявляється завдяки їх біорезистентності до геміпаразита. Фізіологічні та біохімічні механізми супротиву окремих видів поширенню омели, захоплення паразитом як нових видів, так і територій шляхом її адаптації, потребують подальшого вивчення. Сьогодні омела перебуває у швидких адаптаційних процесах і має суттєвий вплив на природні та штучні екосистеми.

Експансія омели продовжується і набирає сили, не дивлячись на тривалий час вивчення напівпаразиту, а запропоновані методи її стримування (Таран та ін., 2007) є малоефективними. Сьогодні омела біла як паразит представляє істотну біосферну проблему, що вимагає об'єднання зусиль у її поглибленому вивченні, вироблення стратегій боротьби з нею та чітких злагоджених дій науковців з представниками влади та місцевих адміністрацій.

Список використаної літератури:

- Гнатюк О. М., Кавун Е. М. Особливості розповсюдження омели білої в паркових і рекреаційних зонах Лісостепу та Полісся. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2016. Т. 1, № 2 (56). С. 183–192.
- Лугинське спеціалізоване лісове господарство : сайт. URL: https://lislug.com.ua/no_cache/novini/novina/article/stikhija-zavdala-shkodi-lisam-zhitomirshchini.html
- Матусяк М. В. Біолого-екологічні особливості поширення омели білої (*Viscum album*) в умовах міста Вінниця. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. Т. 29, № 8. С. 66–69. DOI: <https://doi.org/10.36930/40290810>
- Олександрія дендропарк : сайт. URL: <https://www.alexandria-park.com.ua/dedrologichnij-park-oleksandriya-rozpochinaye-borotbu-z-omeloyu>
- Омела білая. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/омела_білая
- Рибалка І. О., Вергелес Ю. І. Особливості поширення омели білої (*Viscum album* L.) на території міста Харкова. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2016. Т. 26, № 7. С. 145–151. DOI: <https://doi.org/10.15421/40260723>
- Фізіологічне обґрунтування методів профілактики розповсюдження та боротьби з омелою білою у лісопаркових ландшафтах / Н. Ю Таран та ін. Київ : Ленвіт, 2007. 51 с.
- An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2009. Vol. 161, No. 2. P. 105–121. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x>

- Barney C. W., Hawksworth F. G., Geils B. W. Hosts of *Viscum album*. *European Journal of Forest Pathology*. 1998. Vol. 28, No. 3. P. 187–208. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.1998.tb01249.x>
- Box John. Oaks (*Quercus spp.*) parasitised by mistletoe *Viscum album* (Santalaceae) in Britain. *British & Irish Botany*. 2019. Vol. 1, No 1. P. 39–49. DOI: <https://doi.org/10.33928/bib.2019.01.039>
- Dwarf Mistletoes: biology, pathology and systematics / F. G. Hawksworth et al. Washington, 1996. 709 p. Kew Gardens. URL: <http://powo.science.kew.org/results?q=viscum>
- Knutson D. M. Physiology of mistletoe parasitism and disease responses in the host. *The Biology of Mistletoes* / eds.: M. Calder, P. Bernardt. Australia, 1983. P. 295–316.
- Oxford Plant 400. URL: <https://herbaria.plants.ox.ac.uk/bol/plants400/Profiles/cd/Crataegus>
- Plants of the World Online. URL: <http://www.plantsoftheworldonline.org>
- Shaw David C., Lee Christopher A. Expansion of the invasive European mistletoe in California, USA. *Botany*. 2020. Vol. 98, No 9. P. 517–524. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjb-2019-0215>
- The European mistletoe (*Viscum album* L.): distribution, host range, biotic interactions, and management worldwide with special emphasis on Ukraine / Y. Krasnylenko et al. *Botany*, 2020 Vol. 98, No 9. P. 499–516. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjb-2020-0037>
- The Plant List. URL: <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=viscum>
- Viscum*. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Viscum>
- Yelptiforov E., Klymenko Y. European mistletoe (*Viscum album* L.) in national botanical garden M. M. Grushko NAS of Ukraine: an overview of its distribution and hosts. *ScienceRise: Biological Science*. 2020. Vol. 3, No 24. P. 24–28. DOI: <https://doi.org/10.15587/2519-8025.2020.213202>
- Zuber L. D. Biological flora of Central Europe: *Viscum album*. *Flora*. 2004. Vol. 199. P. 181–203. DOI: <https://doi.org/10.1078/0367-2530-00147>

E.M.Kavun, I.V.Berezovskiy, V.V.Panko

Vasyl' Stus Donetsk National University

INVASIVE CYCLE AND ASSESSMENT OF THE DEPTH OF INVASION OF REPRESENTATIVES OF DENDROFLORA OF UKRAINE IN THE SOME ECOSYSTEMS BY EUROPEAN MISTLETOE (*VISCUM ÁLBUM* L.)

Annotation. Research is related to the biology and ecology of white mistletoe (*Viscum album* L.), with an analysis of its impact on the dendroflora of natural and artificial ecosystems. The sequence of stages of the invasive cycle of mistletoe, starting from the stage of infection, the intensity of the invasion (the degree of its spread in the crown), the suppression of host trees, their death and biodegradation, as well as the mechanism of these processes. These stages have different durations in different species. A comparison of the full cycle of mistletoe infection for those species that are most often infected in Polissya, Eastern Podillya and in the coastal areas of the right bank of the Dnieper. The most sensitive species to the invasion were the following: *Populus nigra* L., *Populus balsamifera* L., *Tilia cordata* Mill, *Salix babylonica* L., *Salix fragilis* L., *Juglans nigra* L. and *Juglans cinerea* L., *Sorbus aucuparia* L., *Betula pendula* Roth, *Acer saccharum* Marshall, *Acer saccharinum* L., *Fraxinus excelsior* L. The intensity of the invasion by mistletoe also takes into account the degree of suppression aforementioned and some other species, have become particularly threatening today, so it requires finding ways to solve this biological and environmental problem. However, a number of tree species can resist to the spreading of mistletoe even under invasion due to mechanisms that ensure their high resistance, among them *Populus pyramidalis* Rozier, hybrids of poplars, *Quercus rubra* L., some others. A number of species are able to resist to mistletoe spreading even under their conditions of infection due to the presence inner mechanisms that ensure their relatively high resistance to this parasite, among them: *Populus pyramidalis* Rozier, its hybrids, *Quercus rubra* L., *Prunus avium* L., *Prunus cerasifera* Ehrh. A significant number of dendroflora species are outside of the influence of mistletoe. It is indicates on existing specific biological barriers which block following spreading and adaptation among *Viscum album* L. populations. The concept of resistance and sensitivity to mistletoe of representatives of dendroflora is offered. The algorithm for determining the tentation of invasion by *Viscum album*, the processes of suppression, death and subsequent biodegradation of affected trees is optimized. The classification of the nature of the interaction of mistletoe and host trees is carried out. Strong invasion of mistletoe white require mutuals special efforts of scientists and state for restriction its spreading.

Key words: White Mistletoe; European Mistletoe; *Viscum album*; Invasive Cycle; Dendroflora Suppression; Natural and Artificial Ecosystems.

References

- An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. (2009). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161(2), 105-121. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x>
- Barney, C. W., Hawksworth, F. G., & Geils, B. W. (1998). Hosts of *Viscum album*. *European Journal of Forest Pathology*, 28(3), 187-208. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.1998.tb01249.x>
- Box, John. (2019). Oaks (*Quercus spp.*) parasitised by mistletoe *Viscum album* (Santalaceae) in Britain. *British & Irish Botany*, 1(1), 39-49. doi: <https://doi.org/10.33928/bib.2019.01.039>
- Hawksworth, F. G., Wiens, D., Nisley, R. G., & Geils, B. W. (1996). *Dwarf Mistletoes: biology, pathology and systematics*. Washington.
- Hnatiuk, O. M., & Kavun, E. M. (2016). Osoblyvosti rozповsiudzhennia omely biloi v parkovykh i rekreatsiynykh zonakh Lisostepu ta Polissia [Peculiarities of white mistletoe distribution in park and recreational zones of Forest-steppe and Polissya]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu [Bulletin of Zhytomyr National Agroecological University]*, 1(2/56), 183-192 [in Ukrainian].
- Kew Gardens*. (2021). Retrived from: <http://powo.science.kew.org/results?q=viscum>
- Knutson, D. M. (1983). Physiology of mistletoe parasitism and disease responses in the host. In M. Calder, P. Bernardt (Eds.), *The Biology of Mistletoes* (pp. 295-316). Australia.
- Krasylenko, Y., Sosnovsky, Y., Atamas, N., 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), 499-516. doi: <https://doi.org/10.1139/cjb-2020-0037>
- Luhynske spetsializovane lisove hospodarstvo [Luhansk specialized forestry]*. (2021). Retrived from https://lislug.com.ua/no_cache/novini/novina/article/stikhija-zavdala-shkodi-lisam-zhitomirshchini.html [in Ukrainian].
- Matusiak, M. V. (2019). Biolohe-ekolohichni osoblyvosti poshyrennia omely biloi (*Viscum album*) v umovakh mista Vinnytsia [Biological and environmental characteristics of distribution of viscum album in the conditions of Vinnytsia]. *Scientific Bulletin of UNFU*, 29(8), 66-69. doi: <https://doi.org/10.36930/40290810> [in Ukrainian].
- Oleksandriia dendropark [Alexandria Arboretum]*. (2021). Retrived from <https://www.alexandria-park.com.ua/dedrologichnij-park-oleksandriya-rozpochinaye-borotbu-z-omeloyu> [in Ukrainian].
- Omela belaiia [White mistletoe]*. (2021). Retrived from https://ru.wikipedia.org/wiki/омела_белая [in Ukrainian].
- Rybalka, I. O., & Verheles, Yu. I. (2016). Osoblyvosti poshyrennia omely biloi (*Viscum album* L.) na terytorii mista Kharkova [Some Patterns of Spatial Distribution of the White Mistletoe (*Viscum album* L.) in the Urban Area of the City of Kharkiv]. *Scientific Bulletin of UNFU*, 26(7), 145-151. doi: <https://doi.org/10.15421/40260723> [in Ukrainian].
- Shaw, David C., & Lee, Christopher A. (2020). Expansion of the invasive European mistletoe in California, USA. *Botany*, 98(9), 517-524. doi: <https://doi.org/10.1139/cjb-2019-0215>
- Taran, N. Yu., Batsmanova, L. M., Meleshko, A. O., Ulynets, V. Z., & Lukash, O. V. (2007). *Fiziolohichne obruntuuvannia metodiv profilaktyky rozповsiudzhennia ta borotby z omeloiu biloiu u lisoparkovykh landshaftakh [Physiological substantiation of methods of prevention of spread and control of white mistletoe in forest-park landscapes]*. Kyiv: Lenvit [in Ukrainian].
- The Plant List*. (2021). Retrived from <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=viscum>
- Viscum*. (2021). Retrived from <https://en.wikipedia.org/wiki/Viscum>
- Yelpitiforov, E., & Klymenko, Y. (2020). European mistletoe (*Viscum album* L.) in national botanical garden M. M. Grushko NAS of Ukraine: an overview of its distribution and hosts. *ScienceRise: Biological Science*, 3(24), 24-28. doi: <https://doi.org/10.15587/2519-8025.2020.213202>
- Zuber, L. D. (2004). Biological flora of Central Europe: *Viscum album*. *Flora*, 199, 181-203. doi: <https://doi.org/10.1078/0367-2530-00147>

Отримано 01.11.2021