

## МАСОВЕ ВІДМИРАННЯ ЛІСІВ: ПРИЧИНИ, НАСЛІДКИ, МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ПРОТИДІЇ

Володимир Олександрович Крамарець

Ірина Павлівна Мацях

Крамарець В.О., Мацях І.П. Масове відмирання лісів – причини, наслідки, можливі шляхи протидії // Наукові основи збереження біотичної різноманітності. – 2017. – Том 8(15), № 1. – С. 45-62. – ISSN 2220-3087.

Подано аналіз теорій масового відмирання лісів. На прикладі ялинових лісів (Українські Карпати), соснових лісів (Полісся) охарактеризовані роль та значення абіотичних, антропогенних та біотичних факторів у масовому відмиранні лісів, спричиненому або-ригенними видами фітопатогенів та комах-камбіофагів. Показано вирішальний вплив інвазійного патогена *Hymenoscyphus fraxineus* (Т.Кowalski) Baral, Queloz & Hosoya на відмирання ясеня звичайного у лісах та зелених насадженнях населених пунктів. Для різних лісів виділено фактори, які призводять до погіршення стану та до масового відмирання деревостанів.

**Ключові слова:** фітопатогени, комахи-камбіофаги, відмирання ялинових і соснових лісів, *Hymenoscyphus fraxineus*

Масове катастрофічне відмирання лісів – явище, яке докорінно змінює характер і розподіл лісової рослинності, часто призводить до практично повної втрати середовищевірних і захисних функцій лісостанів, є причиною суттєвого погіршення технічної якості деревини. Ці процеси здавна були в центрі уваги лісівників теоретиків і практиків, екологів і населення загалом (Кузнецов, 1912; Senczyna, 1927; Горшенин, Шевченко, 1954; Воронцов, 1978; Battles, Fahey, 1996; Манько, Гладкова, 2001; Treštki, Kupka, Demel, 2004; Жигунов, Семакова, Шабунин, 2007 та ін.). Разом із цим, навіть визначення причин, які призводять до масового відмирання деревостанів на значних площах, до цього часу залишається предметом дискусій. Зрештою, на самі процеси відмирання лісостанів є різні погляди – від однозначного трактування такого явища, як екологічної катастрофи (McCracken, 2013), аж до закликів не втручатися в хід природних процесів (Olsson, 2011). Проблематичним та не до кінця вирішеним питанням є оцінка можливої протидії процесам масового відмирання лісостанів на значних площах.

### Матеріали та методика досліджень

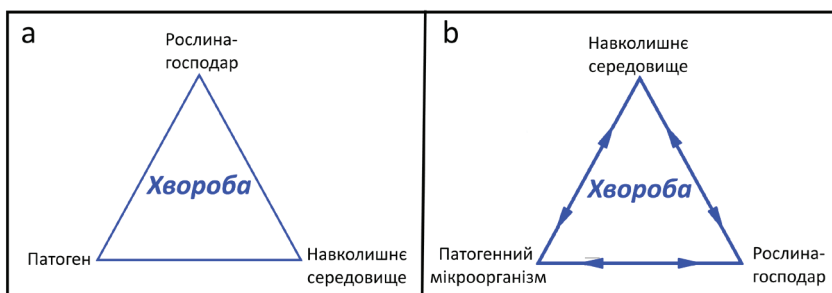
Об'єкт досліджень: лісостани, в яких спостерігаються процеси масового інтенсивного відмирання різних порід: ялини європейської (*Picea abies* (L.) Н. Karst.) – Українські Карпати, ясеня звичайного (*Fraxinus excelsior* L.) – західна частина України, сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) – Полісся, Поділля.

Методика досліджень: обстеження всихаючих лісостанів проводили за методиками, які застосовуються в лісозахисті (Мозолевская, Катаев, Соколова, 1984; Воронцов, Мозолевская, Соколова, 1991; Крамарець, 2008). Обстеження лісів проведені в ході виконання госпдоговірних та держбюджетних тем (2008-2016 роки).

### Результати досліджень та їх обговорення

Під поняттям “хвороба рослин” розуміють будь-яке порушення нормальних фізіологічних процесів у рослині, спричинені якимось агентом так, що уражена рослина змінює зовнішній вигляд і/або є менш продуктивною, ніж звичайні здорові рослини цього ж виду чи сорту (Nelson, 1994; Agrios, 2005). Згідно класичної теорії фітопатології, основоположним принципом, що визначає етіологію хвороби рослин, є інтеракція трьох компонентів (так званий “трикутник хвороби” – “disease triangle”) (Stevens, 1960; Nelson, 1994; Francl, 2001). Патологічний процес при цьому розглядають як наслідок взаємовпливу складових цієї тріади (рис. 1):

- 1) навколишнього середовища;
- 2) агресивного патогену;



- 3) рослини-господаря, придатної до заселення агресивним патогеном.

Рис. 1. Класичний “трикутник хвороби рослин”: а – за Stevens, 1960; б – за Nelson, 1994.

Як вказує R.B. Stevens (Stevens, 1960), таке трактування етіології та патогенезу хвороби рослин є унікальним для фітопатології та не може бути застосоване у ветеринарії та медицині тому, що:

- наземні рослини, акумулюючи та зберігаючи теплову енергію, не можуть пересуватися та втекти із несприятливих умов середовища;
- складна імунна система, яка властива для ссавців, відсутня в рослин, для яких визначальними є їх генетичні особливості;
- основними збудниками хвороб рослин є живі організми (гриби, бактерії, мікоплазми тощо), які також сильно залежить від впливу навколишнього середовища.

Власне такі вихідні положення сприяли розвитку цієї парадигми у фіто-

патології. Stevens R.B. (1960), Nelson E.B. (1994) та інші фітопатологи ці три складові частини патологічного процесу вважали рівноцінними та розглядали “трикутник хвороби рослин” як рівносторонній трикутник. Відомі різні модифікації та різні трактування цього класичного для фітопатології поняття. Зокрема, якщо вважали, що якийсь із чинників є більш важливий – рівносторонній трикутник перетворювали в різносторонній динамічний трикутник, форму якого змінювали залежно від вкладу кожного окремого чинника. Наприклад, при наявності більш стійкої (але не імунної) рослини-господаря, хвороба буде проявлятися, однак на низькому рівні розвитку та поширення в порівнянні із більш вразливою рослиною (Francl, 2001). Пропонували також додати в цю систему додаткові показники, зокрема час (Stevens, 1960; Agrios, 2005), антропогенний чинник і вектори – поширювачі патогену (Francl, 2001). Тоді цей трикутник перетворювали в тетраедр (після додавання ще одного параметра), або в піраміду при додаванні більшої кількості чинників (Francl, 2001). Однак, коли мова йде про антропогенний вплив – то його вже побічно враховують у групі умов середовища, тому що тепер практично всі рослинні та лісові угруповання перебувають під більшим або меншим, прямим або опосередкованим впливом діяльності людей. Вектори (поширювачі) хвороби, без сумніву, відіграють важливу роль у поширенні певних видів захворювань. Наприклад, короїди сосни переносять на собі спори грибів з родів *Ophiostoma*, *Ceratocystis*; в’язові заболонники є основними векторами поширення голландської хвороби в’язів (Buisman) Nannf.; вусачі з роду *Monochamus* сприяють розселенню стовбурових нематод (рід *Bursaphelenchus*). Однак, у багатьох випадках, патоген може інфікувати господаря і без участі переносника (вектора), тільки швидкість та інтенсивність поширення хвороби буде меншою.

Інтенсивність ураження рослин й ступінь розвитку хвороби залежить і від тривалості дії цих складових захворювання, тому для відображення часового впливу пропонують доповнити цей трикутник ще й розмірністю часу, таким чином показуючи, що від інфікування та перших фізіологічних змін у хворій рослині до яскраво виражених ознак хвороби проходить певний час (Stevens, 1960; Browning, Simons, Torres, 1977; Agrios, 2005). L.J. Francl (Francl, 2001) вважає за доцільне зобразити процес поширення хвороби в часі, як послідовність (серію) трикутників, які й будуть ілюструвати безперервний розвиток хвороби.

Класичний трикутник відмирання добре ілюструє процеси масового розвитку хвороб сільськогосподарських культур, газонних трав, декоративних рослин тощо (Nelson, 1994). Однак, коли аналізують процеси відмирання лісів – тут ситуація значно складніша. У цьому випадку мова йде про лісостани загалом склад, вік і структура яких сприяє розвитку та поширенню агресивного патогену. Одна й та ж деревна порода в лісостанах різного віку, складу чи структури, у різних едафічних і кліматичних умовах може бути стійкою або дуже вразливою до певного виду хвороб. Водночас, у лісах, де спостерігається катастрофічне відмирання, найчастіше діє комплекс патогенів і комах-фітофа-

гів, тобто виділити якийсь основний чинник відмирання вдається не завжди. Дуже часто причиною масового відмирання лісів вважають якусь добре помітну зовнішню ознаку, яка, насправді, маскує більш глибокі першопричини ослаблення та відмирання деревостанів. Навіть якщо у всихаючих лісостанах виявлено масовий розвиток якогось збудника хвороби, його поширення може бути наслідком попереднього ураження дерев іншим, замаскованим агресивним патогеном, для виявлення та ідентифікації якого потрібні певні спеціальні методи. Прикладом може бути масове пошкодження ясеня опеньком після попереднього ураження крон і стовбурів грибом (Т.Kowalski) Baral, Queloz & Носоуа. Очевидним є й те, що як і лісостани, так і патогени, які уражають дерева та активно на них розвиваються, знаходяться під впливом абіотичних та антропогенних чинників середовища.

P.D. Manion (1991), розглядаючи причини масового відмирання деревних порід на значних площах також вказував, що цей процес є результатом взаємодії трьох груп чинників: 1) вразливих деревостанів (включаючи походження, генотип, розвиток і функції); 2) навколишнього середовища (природного та сформованого антропогенно); 3) патогенів і шкідливих організмів. Власне біотичну складову відмирання цей автор розумів широко і включав сюди гриби-збудники хвороб, комахи, бактерії віруси, мікоплазми, нематоди, рикетсії, вищі рослини паразити та напівпаразити тощо.

У лісах характер взаємодії екологічних чинників у процесах відмирання можна проілюструвати таким чином (рис. 2). Протягом свого розвитку деревостани постійно зазнають дії різних видів стресових факторів. У процесі масового відмирання лісів вирішальне значення має дія абіотичних та антропогенних чинників. Окрім цього, у процесі ослаблення та відмирання беруть участь різні біотичні чинники – фітопатогенні гриби, комахи-фітофаги, бактерії та ін. На думку Manion P.D. (1999), якщо дія одного чинника не призводить до дестабілізації деревостану, тоді може долучитися другий, третій та інші чинники.

Взаємодію екологічних чинників (тріаду відмирання) розглянемо на прикладі всихаючих ялинників.

**Абіотичні та антропогенні чинники середовища** – на нашу думку є найважливішими та визначальними в процесі масового відмирання ялинників Українських Карпат. Ця група чинників характеризується глобальним впливом як на лісостани ялини, так і на формування й перебіг вогнищ хвороб та осередків масового розвитку комах-фітофагів. На стан ялинників значний вплив мають едафічні та орографічні умови росту насаджень, кліматичні особливості території. Антропогенно-зумовлені чинники (глобальне забруднення атмосфери, лісогосподарська діяльність, рекреаційне використання та ін.) також можуть проявлятися на значних площах та ослаблюють лісостани, роблячи їх вразливими до дії абіотичних чинників, сприяють поширенню патогенів і комах-фітофагів, тобто створюють передумови до посилення дії біотичних чинників.

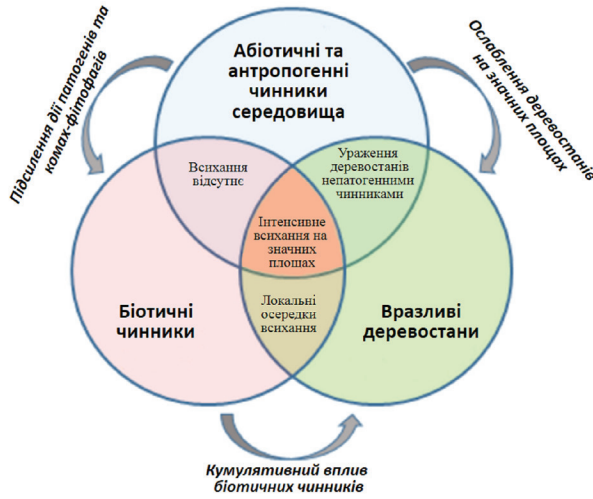


Рис. 2. Тріада основних екологічних чинників, які визначають процеси захворювання та відмирання лісів.

**Вразливі деревостани.** Натепер процеси відмирання спостерігаються в ялинових лісостанах різного віку, однак найбільш суттєво вони проявляються в чистих монокультурах середнього та старшого віку, у розріджених деревостанах, які ростуть на місці природних дубових лісів з дуба звичайного, ялицево-дубових лісів з участю дуба звичайного, дубових лісів з участю дуба скельного, буково-дубових і дубово-букових лісів з участю дуба скельного, букових лісів, ялицево-букових і буково-ялицевих лісів тобто у висотно-рослинних смугах від I до VI, які виділені С.М. Стойко на території Українських Карпат (Стойко, 2009).

**Біотичні чинники.** В ялинових лісостанах розвивається багато видів патогенних грибів, комах-фітофагів (зокрема камбіо- та ксилофагів). Серед них є й такі, що можуть різко збільшувати площу ураження та агресивність при наявності сприятливих умов. Популяції цих гетеротрофних організмів є невід'ємною складовою ялинових лісів, тривалий час можуть розвиватися на окремих ослаблених чи вітровальних деревах (які є свого роду резерваціями для цих видів). При ослабленні ялиників і при наявності сприятливих для дендрофагів чи паразитичних організмів чинників середовища, їх роль та вплив різко збільшується. Разом з цим, навіть коли в лісостанах відзначено інтенсивний розвиток якогось певного виду комах (чи якоїсь екологічної групи комах, наприклад, камбіофагів, філофагів) чи поширення патогенних організмів, слід враховувати, що й тоді має місце взаємодія коеволуційно пов'язаних між собою живих організмів, які утворюють лісову екосистему. У природних лісах така система реагує на будь-які відхилення в стані дерев, водночас біотичні зв'язки регулюють чисельність та активність патогенів і фітофагів.

Розрізняють етіологію та патогенез хвороби, яка призводить до відмирання деревних порід і лісів загалом. Етіологія пояснює причини та умови виникнення хвороби, а патогенез – процеси, які відбуваються внаслідок дії патогена чи іншого чинника. У випадку інфекційного захворювання, причиною є біотичний збудник, який продовжує свій вплив на рослину в процесі розвитку хвороби. Практично всі дослідники етіології та патології лісів підкреслюють необхідність вивчення хвороботворних процесів саме на рівні лісостанів (Воронцов, Мозолевская, Соколова, 1991; Treštik, Kuka, Demel, 2004). Лісові екосистеми – це складні відкриті системи, в яких взаємодія живих організмів та абіотичного середовища базуються на потоках енергії від автотрофних рослин до консументів і редуцентів (Чернова, Былова, 2004; Козловський, 2009). Тому порушення цих потоків на певних рівнях може бути причиною дестабілізації лісостанів.

Класична теорія перебігу хвороб у лісостанах аборигенних порід достатньо добре пояснює характер взаємовідносин середовища, автохтонних дерев, шкідливих організмів (у широкому розумінні, яке включає і фітопатогенів, і комах-дендрофагів). Аборигенні деревні породи у властивих для них едафо-кліматичних умовах у процесі еволюції стали ядрами консорції, навколо них сформувався певний набір видів-консортів трофічно або топічно взаємопов'язаних з деревними породами, які пройшли процес коадаптації та еволюційно пристосувалися до співіснування. Наростання чисельності одного з видів автоматично регулюється усталеними біотичними взаємовідносинами та зв'язками (Franklin, Shugart, Harmon, 1987; Manion, Griffin, 2001).

У процесі росту лісостанів спостерігається диференціація дерев різного стану та їх відпад. У молодому віці – кількість дерев на одиницю площі є найбільшою. З часом загальна біомаса деревостану збільшується, що призводить до зростання конкуренції за поживні речовини та середовище для розвитку загалом. Частина дерев відмирає, до утилізації опаду підключаються дереворуйнівні гриби, комахи камбіо- та ксилофаги, а також інші гетеротрофні організми. Це забезпечує поступлення поживних речовин у ґрунт та поповнює запаси речовин, які й забезпечують розвиток меншої кількості дерев із більшою біомасою. Таке відмирання дерев і зменшення їх кількості на одиницю площі P.D. Manion (2003) назвав спіраллю Фенікса – через відмирання частини дерев іде подальше відродження та розвиток деревостану.

На кожному етапі онтогенезу деревної породи та в різних вікових стадіях розвитку деревостанів формується певний набір патогенів і фітофагів, які, при певних умовах, можуть бути причиною суттєвих порушень біотичної стійкості лісостанів або призводить до їх значної перебудови. Прикладом такого явища може бути відмирання молодняків ялини внаслідок розвитку корневих гнилей спричинених опеньком осіннім, яке призведе до поширення м'яколистяних порід і формування лісостанів з їх перевагою у складі.

Разом з цим, дещо інша ситуація спостерігаються в лісостанах інтроду-

кованих порід, або при проникненні на нові території інвазійних видів комах чи збудників хвороб. Після інтродукції деревних порід проходить певний час, протягом якого аборигенні види фітофагів і патогенів зможуть їх освоїти. Більш небезпечним є поширення інвазійних видів патогенів і комах-фітофагів, які на новій батьківщині поселяються на аборигенних деревних породах (McCracken, 2013). Така ситуація мала місце після проникнення на територію Північної Америки європейських видів листогризних комах (непарного шовкопряда *Lymantria dispar* Linnaeus, 1758, золотогозуза *Euproctis chrysorrhoea* Linnaeus, 1758), а також азійських збудників хвороб (голландської хвороби в'язів *Ophiostoma ulmi* (Buisman) Nannf., раку кедря сибірського *Cronartium ribicola* J.C.Fisch., який освоїв та інтенсивно пошкоджує сосну Веймутову) тощо. Ці комахи-фітофаги та збудники хвороб на нових територіях успішно атакували аборигенні породи дерев, які виявилися абсолютно не стійкими до цих інвайдерів (Elkinton, Liebhold, 1990; Brasier, 2000; Maloy, 2001).

На території Європи спостерігалися дві пандемії голландської хвороби в'язів, спричинені патогенами *Ophiostoma ulmi* та *O. novo-ulmi* Brasier, які стали причиною інтенсивного відмирання європейських видів в'язів (Brasier, 2000; Kirisits, Konrad, 2004). Натепер в Європі проходить інвазія гриба, яка уже призвела до епіфітотії та масового відмирання ясеня звичайного в зелених насадженнях і в лісостанах різного складу та віку (Bakys et al., 2009; McCracken, 2013; Ash dieback disease, 2014; Davydenko, Meshkova, 2014; Мацях, Крамарець, 2014; Gross et al., 2014). В Європу цей патоген проник із Японії та Далекого Сходу, де він розвивається на ясені маньчжурському (*Fraxinus mandshurica* Rupr.), якому не завдає суттєвої шкоди та зазвичай пов'язаний із модифікацією тканин господаря під час старіння (Cleary et al., 2016). Європейський ясен звичайний має дуже низьку резистентність до *H. fraxineus* – за спостереженнями в лісах Європи (у т. ч. в Україні) не більше 2-3% дерев мають ознаки стійкості до цього патогена.

Результати наших досліджень показали, що на заході України відмирання ясеня спостерігається у всіх типах насаджень (ліси, придорожні лісосмуги, зелені насадження населених пунктів) при різній кількості та віці дерев ясеня в складі деревостанів (Мацях, Крамарець, 2014). Цьому сприяють особливості інфекційного процесу – агресивний патоген уражає різні органи дерева: листки, пагони, гілки, стовбури. Міцелій гриба дуже швидко поширюється серцевиною гілок і пагонів (у якій є високий вміст цукрів) і розвивається протягом усього року, у т. ч. і в зимовий період (Matsiakh et al., 2015).

У випадку проникнення видів-інвайдерів, поширення агресивного патогену в умовах, які сприяють розвитку хвороби та при наявності вразливих лісостанів (із деревних порід, які уражаються цим патогеном) ситуація може настільки загостритися, що під загрозою опиняється саме існування деревної породи в природних умовах. Про таку загрозу, зокрема для того ж ясеня звичайного, дедалі частіше говорять дослідники (McCracken, 2013; Ash dieback

disease, 2014; Davydenko, Meshkova, 2014).

Загалом, в англomовній літературі, окрім поняття “disease” (хвороба, захворювання), оперують ще такими термінами “decline” – занепад (процес погіршення стану насаджень, скоріше хронічний процес) та “dieback” – відмирання (тобто загибель насаджень повна і раптова). Відмирання ялини (лісотвірної породи та характерної домішки в бореальних лісах) спостерігалось періодично (Горшенин, Шевченко, 1954; Kulig, 1965; Воронцов, 1978; Голубец, 1978). Однак в останні 15-20 років відмирання ялиників набуло характеру “перманентного відмирання” (Grodzki, 2007; Созонов и др. 2013; Парпан та ін., 2014). Тобто тут можна говорити про процес типу “decline”. Натомість відмирання в’язів та ясеня звичайного – це процеси типу “dieback”.

Аналізуючи причини масового відмирання лісів завжди намагаються окреслити основні чинники, які призводять спочатку до погіршення стану, а потім і до інтенсивного відмирання дерев. За характером дії та ступенем впливу на процеси відмирання лісів розрізняють такі групи екологічних чинників (Manion, 1991): I – призводять до погіршення стану; II – ініціюють (запускають) процеси відмирання; III – підсилюють процеси деградації. Для різних лісостанів групування цих чинників може бути різним. Зокрема для всихаючих похідних ялиників Українських Карпат за характером дії можна виділити такі групи екологічних чинників (табл. 1). Відмирання соснових лісостанів на території Полісся також спричинене комплексом чинників (табл. 2). Отже, визначальними чинниками, які впливають на погіршення стану та відмирання аборигенних порід при присутності автохтонних видів патогенних організмів та комах-фітофагів, є погодні умови, походження, вік та структура лісостанів.

Таблиця 1.

**Чинники, які призводять до відмирання ялинових лісів**

<b>I</b> призводять до погіршення стану	<b>II</b> ініціюють (запускають) процеси відмирання	<b>III</b> підсилюють процеси деградації
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Походження та генетичні особливості ялиників;</li> <li>✓ Склад, структура та вік деревостанів;</li> <li>✓ Кліматичні умови (посухи, високі температури повітря та ґрунту);</li> <li>✓ Антропогенний вплив (збільшення обсягів промислових викидів, зокрема двоокису сірки, окислів азоту, озону та ін. оксидантів).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Мікрокліматичні особливості території;</li> <li>✓ Погіршення умов мінерального живлення (порушення симбіотичних зв'язків між коренями дерев коризоутворюючими грибами);</li> <li>✓ Попередня лісogосподарська діяльність.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Зміни у функціонуванні паразитарних систем:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• кореневі гнилі,</li> <li>• стовбурові гнилі,</li> <li>• комахи камбіо- та ксилофаги;</li> </ul> </li> <li>✓ Зміни видового складу ґрунтових безхребетних;</li> <li>✓ Вплив стовбурових нематод.</li> </ul>



Таблиця 2.

**Чинники, які призводять до відмирання соснових лісів**

<b>I</b> призводять до погіршення стану	<b>II</b> ініціюють (запускають) процеси відмирання	<b>III</b> підсилюють процеси деградації
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Походження, склад, структура та вік деревостанів;</li> <li>✓ Кліматичні умови (по-сухи, високі температури повітря та ґрунту);</li> <li>✓ Падіння рівня ґрунтових вод.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Мікрокліматичні особливості території;</li> <li>✓ Погіршення умов мінерального живлення (порушення симбіотичних зв'язків між коренями дерев та ікоризоутворюючими грибами);</li> <li>✓ Попередня лісогосподарська діяльність;</li> <li>✓ Інтенсивне розмноження комплексу комах-камбіофагів.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Зміни у функціонуванні паразитарних систем:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• кореневі гнилі,</li> <li>• стовбурові гнилі,</li> <li>• комахи камбіо- та ксилофаги;</li> </ul> </li> <li>✓ Вплив стовбурових нематод.</li> </ul>

Натомість у випадку відмирання ясеня звичайного ці чинники будуть групуватися інакше (табл. 3). У цьому випадку, проникнення в лісостани агресивного фітопатогена-інвайдера є тим потужним рушієм, який в сприятливих для його розвитку умовах та при наявності вразливої деревної породи (у цьому випадку – ясеня звичайного) може активізувати процес відмирання дерев і досягнути рівня епіфітотії.

Таблиця 3.

**Чинники, які призводять до відмирання ясеня в лісостанах**

<b>I</b> призводять до погіршення стану	<b>II</b> ініціюють (запускають) процеси відмирання	<b>III</b> підсилюють процеси деградації
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Поширення та розвиток інвазійного фітопатогена;</li> <li>✓ Походження та генетичні особливості насаджень;</li> <li>✓ Кліматичні умови (сприятливі для розвитку фітопатогена-інвайдера).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Попередня лісогосподарська діяльність;</li> <li>✓ Склад, структура та вік деревостанів;</li> <li>✓ Антропогенний вплив випас худоби, (рекреація, випасання худоби, збільшення обсягів промислових викидів).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Зміни у функціонуванні паразитарних систем:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• кореневі гнилі,</li> <li>• стовбурові гнилі,</li> <li>• комахи ксило- та камбіофаги.</li> </ul> </li> </ul>

Подібний характер відмирання властивий також для: в'язів (у Європі та Америці), лісів з участю самшиту (на Кавказі), диких та сортових дерев каштана їстівного (в Європі, на Кавказі та Північній Америці) – тобто для всіх деревних порід, які зазнають дії інвазійних адвентивних збудників хвороб чи фітофагів (Brasier, 2000; La Porta et al., 2008; Matsiakh, 2016; Prospero, Cleary, 2017).

P.D. Manion (1991) вважає, що деякі чинники можуть як ініціювати, так і підсилювати процеси відмирання. Зокрема, опеньок осінній в певних умовах підсилює процес відмирання, в інших – ініціює його. Щодо ролі та значення комах-фітофагів у процесах відмирання лісів одностайної думки нема. Ю.Н. Баранчиков та Ю.П. Кондаков (2002) розглядають масовий розвиток комах-філофагів (хвоє-листогризних шкідників) як важливу причину деградації та відмирання лісостанів на значних площах. Водночас А.В. Селиховкин (2009 а, б) вважає, що розвиток комах-дендрофагів є причиною скорочення 2,6-2,7% площ деревостанів та призвів до втрат біля 1% запасу деревини за 45 років. Основними чинниками, які призводять до значного скорочення площ та запасів лісів, він вважає антропогенний вплив (вирубку лісів, знищення лісових екосистем) або природно-антропогенні чинники (лісові пожежі). Дія комах-дендрофагів може бути суттєвою в певних локальних умовах або при проникненні комах-фітофагів на нові території – тоді ці види можуть бути лімітуючим чинником і призводять до обмеження існування окремих деревних порід (Баранчиков, 2010). Як вказував П.М. Рафес (1968), спалах масового розмноження комах-фітофагів (у т. ч. і комах-дендрофагів) – це таке збільшення щільності популяції, яке може подолати потужність регулюючих чинників у біогеоценозах і тим самим порушує дію стабілізуючих механізмів. Такий масовий розвиток рослиноїдних комах призводить до порушення нормальних біоценотичних процесів, тобто у цьому випадку дія механізмів зворотного зв'язку в біогеоценозах є недостатньою для регуляції чисельності популяції комах-фітофагів. Саме масовий розвиток комах-камбіофагів в ослаблених деревостанах завдає остаточного удару та фактично довершує процеси відмирання. В ялиниках провідною є роль короїда-типографа *Ips typographus* (Linnaeus, 1758) і супутніх видів короїдів (*I. amitinus* Wood & Bright, 1992, *I. duplicatus* (Sahlberg, 1836), *Pityogenes chalcographus* (Linnaeus, 1760), *Polygraphus poligraphus* (Linnaeus, 1758) та ін.). У сосняках, натепер, вирішальну роль відіграє верхівковий короїд *Ips acuminatus* Wood & Bright, 1992, до якого долучаються шести-зубчастий короїд *I. sexdentatus* (Börner, 1776), великий і малий соснові лубоїди *Tomicus piniperda* (Linnaeus, 1758), *T. minor* Wood & Brigh, 1992 і вусачі з роду *Monochamus*.

За результатами наших спостережень та з врахування досліджень інших авторів, біотичну складову процесів відмирання ми відносимо до чинників, які підсилюють процеси деградації ялинових лісостанів. Основними все-таки є едафічні та кліматичні чинники, а також антропогенний вплив. Однією з основних причин сучасного катастрофічного стану ялиників на території

Українських Карпат є попередня лісогосподарська діяльність. Починаючи від кінця XIX і аж до 80-90-х років XX ст. практикувалося створення ялинових культур на місці ялицево-букових та ялицево-буково-дубових лісів у Карпатах. Культивування ялинників мало за мету швидке отримання лісопродукції – ялина в таких місцезростаннях росте дуже швидко і уже від віку 50-60 років була придатна для отримання лісоматеріалів. Разом із цим, на нижніх висотних рівнях гір зменшується фізіологічна стійкість ялини, зменшується її здатність опиратися проникненню патогенів, зокрема – збудників кореневих гнилей (Голубець, 1978; Barzdjan, Ceitel, Modrzyński, 2003). Зміни у функціонуванні біотичних складових в ялинових екосистемах завжди відбуваються на фоні зовнішніх впливів, спричинених абіотичними та біотичними чинниками. Ялина – типова бореальна порода, на неї дуже негативно впливають посухи, особливо на початку вегетаційного періоду. У похідних деревостанах ялина формує поверхневу кореневу систему, тому є досить чутливою до нестачі вологи в ґрунті. Погодні флуктуації є типовим явищем, їх відхилення від багаторічних даних температури та кількості опадів до певних меж не виливає на стан ялинників. Однак, якщо ці відхилення є значними, діють протягом тривалого часу, або якщо вони періодично повторюються, тоді погодні умови можуть суттєво ослабити ялинові лісостани. Особливу небезпеку посухи та відсутність дощів становлять для похідних ялинових монокультур, які ростуть поза межами властивих для них висотних та широтних поясів.

Відмирання дерев є природним, але складним екологічним процесом, в якому часто беруть участь один або декілька патогенних мікроорганізмів (Franklin, Shugart, Harmon, 1987). У природних лісах певний рівень відмираючих дерев має важливе значення для підтримки стійкості лісів (Manion, Griffin, 2001). Погіршення стану та відмирання деяких видів компенсується посиленням розвитком інших видів, що сприяє підвищенню стійкості та до збалансованої системи лісів. Таким чином, у природних лісах патогени можуть виконувати функцію агентів, які регулюють густоту і видовий склад деревостанів.

Перманентне відмирання ялинників в Українських Карпатах розпочалося в 90-х роках XX ст. та продовжується до цього часу. Як видно з рис. 3, на території підприємств Львівського обласного управління лісового та мисливського господарства (ОУЛМГ), розташованих у гірській частині, у кінці 80-х та на початку 90-х років площа всихаючих ялинників становила від 0,1 до 1,7 тис. га. Починаючи від 1993 року площа всихання збільшлася до 5,7-9,1 тис. га, а після 2005 року – сягала понад 18-22 тис. га.

Загалом асортимент лісозахисних заходів у всихаючих ялинниках включав тільки вибіркові та суцільні санітарні рубки. Однак обсяг цих рубок не давав можливості ліквідувати наявні осередки відмирання ялини (Козловський, Крамарець, Целень, 2013). Інші заходи з попередження розвитку шкідників та кореневих патогенів не проводилися, або проводилися в не достатньому обсязі. Для боротьби із короїдами епізодично викладалися феромонні пастки, однак їх

кількість була недостатньою і не мала якогось суттєвого впливу на формування осередків короїдів в ослаблених ялинниках. Тому натеper обсяг всихаючих ялинників залишається досить високим – тільки в лісах підприємств гірської частини Львівського ОУЛМГ площа всихаючих ялинників на 2017 р. сягає біля 18 тис. га.

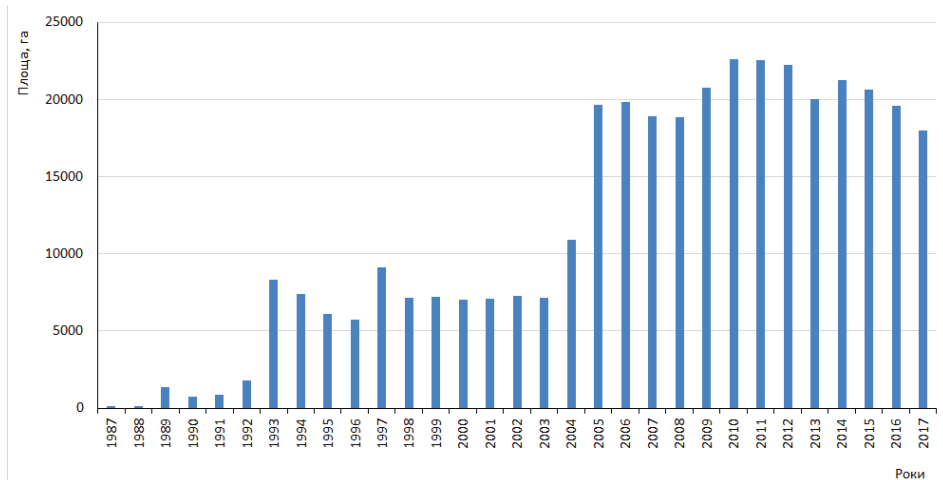


Рис. 3. Динаміка осередків всихання ялинників на території підприємств гірської частини Львівського ОУЛМГ.

Протягом останніх років погіршилася ситуація в соснових лісах України – станом на вересень 2017 року площа сосняків, охоплених відмиранням, становила понад 142 тис. га. Динаміка осередків відмирання сосняків за останні 10 років на території підприємств Львівського ОУЛМГ показана на рис. 4. Осередки відмирання розпочинаються із окремих куртин, уражених верхівковим короїдом, однак досить швидко збільшують площу пошкодження (Бородавка та ін., 2016). Знову ж таки, наявні санітарно-оздоровчі заходи, які проводяться в сосняках, є недостатніми та не дають можливості ліквідувати осередки масового відмирання.

Процеси інтенсивного поширення хвороб і відмирання рослин можна припинити, якщо вплинути на одну із складових частин тріади відмирання – при відсутності якогось із чинників масового пошкодження не буде. Однак у випадку лісостанів ми не можемо швидко й ефективно впливати на групу абіотичних чинників. Реконструкція та переформування вразливих деревостанів також потребує досить тривалого часу та значних людських і фінансових ресурсів. Більш реальною є можливість впливати на біотичну складову процесу відмирання. У ялинниках і сосняках сповільнити процеси відмирання дерев може боротьба із короїдами. Найкращий період для такої боротьби є весна та початок літа – у цей час доцільно проводити вирубування свіжозаселених дерев і вивезення їх на переробку, або корування їх у лісі та спалювання кори й гілок із жуками весня-

ної фенологічної групи та з їх потомством під корою (Крамарец, 2010; Маслов, 2010; Сазонов и др., 2013; Kornik drukarz..., 2013; Сазонов, Звягинцев, 2016). Однак в Україні наявна нормативна база не дозволяє проведення санітарних рубок у період до 15 червня (протягом так званого “сезону тиші”). Проведення санітарних рубок в інший період є недостатньо ефективним. А такий захід, як вирубування свіжозаселених дерев, взагалі не передбачений діючими інструкціями та положеннями. Тільки боротьбою із комахами-камбіофагами та збудниками хвороб повністю ліквідувати процеси відмирання в ялиниках і сосняках не вдасться, однак проведення таких заходів дає можливість призупинити процеси деградації лісостанів та заготовити при цьому деревину ще достатньо високої технічної якості. Прикладом ефективного проведення таких заходів у ялиниках може бути досвід Польщі (Szabla, 2009).

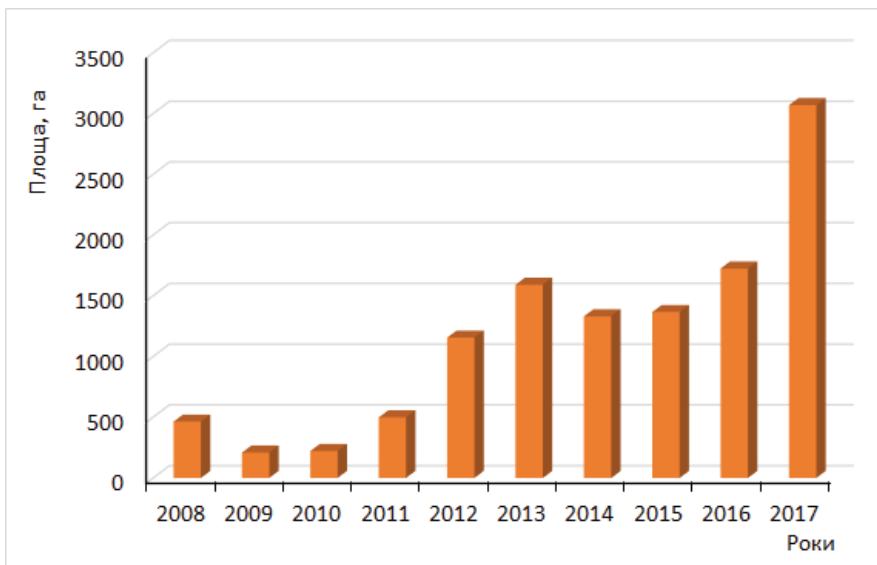


Рис. 4. Динаміка осередків всихання сосняків на території підприємств Львівського ОУЛМГ.

### Висновки

Процеси відмирання ялинових і соснових лісостанів є наслідком складної взаємодії комплексу причин. Визначальними чинниками, які призвели до відмирання цих лісостанів, є погодні умови – посушливі періоди та падіння рівня ґрунтових вод. Суттєвим є також антропогенний вплив на ліси, зокрема – попередня лісогосподарська діяльність, яка призвела до формування одновікових монокультур на значних площах.

Масове відмирання ясеня є наслідком проникнення та поширення агресивного інвазійного гриба. Обстеження лісостанів показали дуже низький рівень резистентності ясеня до цього патогена, що може призвести до повного зникнення цієї породи із лісостанів та зелених насаджень населених міст.

Натепер повністю локалізувати та припинити відмирання ялинових, соснових лісів не можливо. Процеси переформування та реконструкції лісостанів потребують тривалого часу. У сосняках та ялинниках найбільш доступним та досить ефективним засобом може бути боротьба із фітопатогенами та комахами-камбіофагами (зокрема – з короїдами весняної фенологічної групи).

- 
- Баранчиков Ю.Н. Козволюционные аспекты инвазийности лесных дендрофильных насекомых // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – Вып. 192. – СПб.: СПбГЛТА, 2010. – С. 30-39.
- Баранчиков Ю.Н., Кондаков Ю.П. Вспышки массового размножения сибирского шелкопряда как фактор сельскохозяйственного освоения таёжных территорий Сибири // Санитарное состояние и комплекс мероприятий по защите лесов, пострадавших от лесных пожаров 1972 года. Материалы научно-практического совещания. Йошкар-Ола, 2-3 октября 2002 г. – Пушкино М.О., 2002. – С. 10-12.
- Бородавка В.О., Гетьманчук А.І., Кичилок О.В., Войтюк В.П. Патологічні процеси у всихаючих соснових насадженнях Волинського Полісся // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. – 2016. – Вип. 238. – С. 102-118.
- Воронцов А.И. Патология леса. – М.: Лесная промышленность, 1978. – 272 с.
- Воронцов А.И., Мозолевская Е.Г., Соколова Э.С. Технология защиты леса. / под ред. А.И. Воронцова. – М.: Экология, 1991. – 304 с.
- Голубец М.А. Ельники Украинских Карпат. – К.: Наук. думка, 1978. – 264 с.
- Горшенин Н.М., Шевченко С.В. О причинах гибели культур ели в Прикарпатье // Научные записки Львовского сельскохозяйственного института. – 1954. – Т. 4. – С. 174-176.
- Жигунов А.В., Семакова Т.А., Шабунин Д.А. Массовое усыхание лесов на Северо-Западе России // Материалы научной конференции, посвященной 50-летию Института леса Карельского научного центра РАН. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. – С. 42-52.
- Козловський М.П. Фітонемати наземних екосистем Карпатського регіону. – Львів: Манускрипт, 2009. – 316 с.
- Козловський М.П., Крамарець В.О. Основні причини всихання смереки в похідних лісах Українських Карпат // II всеукраїнський з'їзд екологів із міжнародною участю (Екологія / Ecology - 2009), Вінниця, 23-26 вересня 2009 р.; збірн. наук. статей. – Вінниця: ФОП Данилюк, 2009. – С. 224-227.
- Козловський М.П., Крамарець В.О., Целень Я.П. Сучасні тенденції та причини всихання лісостанів ялини європейської в Бескидському регіоні й шляхи покращення їхнього санітарного стану // Наукові основи збереження біотичної різноманітності. – 2013. – Том 4(11), № 1. – С. 167-180.
- Крамарець В.О. Лісозахист // Порадник карпатського лісівника. – Івано-Франківськ: Фоліант, 2008. – С. 233-276.
- Крамарець В.А. Профилактика развития стволовых вредителей в производных ельниках Украинских Карпат // Устойчивое управление лесами и рациональное лесополь-

- зование: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 18-21 мая 2010 г.: в 2 кн. – Минск: БГТУ, 2010. – Кн. 1. – С. 309-313.
- КУЗНЕЦОВ Н.А. Задвинские ельники: к вопросу о массовом подсыхании и в связи с ним о некоторых изменениях пиловочных дач. – Санкт-Петербург, 1912. – 40 с.
- МАНЬКО Ю.И., ГЛАДКОВА Г.А. Усыхание ели в свете глобального ухудшения темнохвойных лесов. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 228 с.
- МАСЛОВ А.Д. Короед-типограф и усыхание еловых лесов. – М.: ВНИИЛМ, 2010. – 138 с.
- МАЦЯХ І.П., КРАМАРЕЦЬ В.О. Всихання ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.) на заході України // Науковий вісник НЛТУ України. – 2014. – Вип. 24.7. – С. 67-74.
- МОЗОЛЕВСКАЯ Е.Г., КАТАЕВ О.А., СОКОЛОВА Э.С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 152 с.
- ПАРПАН В.І., ШПАРИК Ю.С., СЛОБОДЯН П.Я., ПАРПАН Т.В., КОРЖОВ В.Л., БРОДОВИЧ Р.І., КРИНИЦЬКИЙ Г.Т., ДЕБРИНЮК Ю.М., КРАМАРЕЦЬ В.О., ЧЕБАН І. Д. Особливості ведення лісового господарства в похідних ялиниках Українських Карпат // Наукові праці Лісівничої академії наук України. – 2014. – Вип. 12. – С. 20-29.
- РАФЕС П.М. Роль и значение растительоядных насекомых в лесу. – М.: Наука, 1968. – 235 с.
- САЗОНОВ А., ЗВЯГИНЦЕВ В. “Биологический пожар” соснового леса // Лесное и охотничье хозяйство. – 2016. – № 6. – С. 9-13.
- САЗОНОВ А.А., КУХТА В.Н., БЛИНЦОВ А.И., ЗВЯГИНЦЕВ В.Б., ЕРМОХИН М.В. Проблема массового усыхания ельников Беларуси и пути ее решения // Лесное и охотничье хозяйство. – 2013. – № 7. – С. 10-15.
- СЕЛИХОВКИН А.В. Могут ли вспышки массового размножения насекомых-дендрофагов оказывать существенное влияние на состояние биосферы? // Междисциплинарный научный и прикладной журнал “Биосфера”. – 2009а. – Т. 1, № 1. – С. 72-81.
- СЕЛИХОВКИН А.В. Количественная оценка воздействия насекомых-дендрофагов на состояние древостоев // Известия Санкт-Петербургской Лесотехнической академии. – 2009б. – Вып. 187. – С. 285-296.
- СТОЙКО С.М. Дубові ліси Українських Карпат: екологічні особливості, відтворення, охорона. – Львів, 2009. – 220 с.
- ЧЕРНОВА Н.М., БЫЛОВА А.М. Общая экология. – М.: Дрофа, 2004. – 416 с.
- AGRIOS G.N. Plant Pathology (5th edition). – San Diego, CA: Elsevier-Academic Press, 2005. – 922 p.
- ASH DIEBACK DISEASE / TEAGASC: the agriculture and food development authority in Ireland. – 2014.  
Режим доступу: [http://www.teagasc.ie/forestry/advice/chalara\\_disease.asp](http://www.teagasc.ie/forestry/advice/chalara_disease.asp)
- BAKYS R., VASAITIS R., BARKLUND P., THOMSEN I.M., STENLID J. Occurrence and pathogenicity of fungi in necrotic and nonsymptomatic shoots of declining common ash (*Fraxinus excelsior*) in Sweden // European Journal of Forest Research. – 2009. – Vol. 128. – P. 51-60.
- BARZDJAN W., CEITEL J., MODRZYŃSKI J. Świerk w lasach Polskich – historia, stan, perspektywy // Drzewostany świerkowe stan, problemy, perspektywy rozwojowe. Sesja Naukowa. – Ustron-Jaszowiec, 2003. – S. 5-22.
- BATTLES J.J. FAHEY T.J. Spruce decline as a disturbance event in the subalpine forests of the northeastern United States // Canadian Journal of Forest Research. – 1996. – Vol. 26. – P. 408-421.
- BRASIER C.M. Intercontinental spread and continuing evolution of the Dutch elm disease pathogens // The elms-breeding, conservation and disease management. Dunn C., ed. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands. – 2000. – P. 61-72.
- BROWNING J.A., SIMONS M.D., TORRES E. Managing host genes epidemiologic and genetic

- concepts // Plant Disease, an Advanced Treatise. – Vol. 1. / J.G. Horsfall and E.B. Cowling, eds. – NY: Academic Press, 1977. – P. 191-192.
- DAVYDENKO K., MESHKOVA V. European ash (*Fraxinus excelsior*) dieback – situation in Europe and Ukraine // Лісове і садово-паркове господарство. – 2014. – № 5. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/licgoc\\_2014\\_5\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/licgoc_2014_5_6).
- ELKINTON J.S., LIEBHOLD A.M. Population dynamics of gypsy moth in North America // Annual Review of Entomology. – 1990. – Vol. 35. – P. 571-596.
- FRANCL L.J. The Disease Triangle: A plant pathological paradigm revisited // The Plant Health Instructor. – 2001. – doi: 10.1094/PHI-T-2001-0517-01 (Reviewed, 2007). <http://www.apsnet.org/edcenter/instcomm/TeachingArticles/Pages/DiseaseTriangle.aspx>
- FRANKLIN J.F., SHUGART H.H., HARMON M.E. Tree death as an ecological process // BioScience. – 1987. – Vol. 37. – P. 550-556.
- CLEARY M., NGUYEN D., MARČIULYNIENĖ D., VASAITIS R., STENLID J. Friend or foe? Biological and ecological traits of the European ash dieback pathogen in its native environment // Scientific reports. – 2016. – 6:21895. – doi: 10.1038/srep21895.
- GRODZKI W. Spatio-temporal patterns of the Norway spruce decline in the Beskid Śląski and Żywiecki (Western Carpathians) in southern Poland // Journal of forest science. – 2007. – Vol. 53 (Special Issue). – P. 38-44.
- GROSS A., HOLDENRIEDER O., PAUTASSO M., QUELOZ V., SIEBER T.N. *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, the causal agent of european ash dieback // Molecular Plant Pathology. – 2014. – Vol. 15. – P. 5-21.
- KIRISITS T., KONRAD H. Dutch elm disease in Austria // Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales. – 2004. – Vol. 13 (1). – P. 81-92.
- KORNIK DRUKARZ *Ips typographus* (L.) i jego rola w ekosystemach leśnych: monografia [Red. W. Grodzki]. – Warszawa: Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, 2013. – 214 s.
- KULIG L. Groźba zawiśla nad lasami Beskidu Zachodniego // Las Polski. – 1965. – № 39 (6). – S. 2-4.
- LA PORTA N., CAPRETTI P., THOMSEN I.M., KASANEN R., HIETALA A.M., VON WEISSENBERG K. Forest pathogens with higher damage potential due to climate change in Europe. – Canadian Journal of Plant Pathology. – 2008. – Vol. 30. – P. 177-195.
- MALOY O.C. White pine blister rust // Plant Health Progress. Online. – 2001. – doi: 10.1094/PHP2001-0924-01-HM.
- MANION P. D. Tree Disease Concepts. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. – 1991. – 409 p.
- MANION P.D Evolution of concepts in forest pathology // Phytopathology. – 2003. – Vol. 93. – P. 1052-1055.
- MANION P.D., GRIFFIN D.H. Large landscape scale analysis of tree death in the Adirondack Park, New York // Forest Science. – 2001. – Vol. 47(4). – P. 542-549.
- MATSIKHI I. Assessment of Forest Pests and Diseases in Native Boxwood Forests of Georgia. – Tbilisi, 2016. – 109 p.
- MATSIKHI I., SOLHEIM H., NAGY N.E., HIETALA A.M., KRAMARETS V. Tissue-specific DNA levels and hyphal growth patterns of in stems of naturally infected *Fraxinus excelsior* saplings // Forest Pathology. – First published: 30 December 2015. – doi: 10.1111/efp.12245.
- MCCRACKEN A. Current and emerging threats to Ireland's trees from diseases and pests // Irish Forestry. – 2013. – Vol. 70, Nos. 1 & 2. – P. 36-60.
- NELSON E.B. The disease triangle and the disease cycle // Turf grass trends. – 1994. – P. 8-9.
- OLSSON R. To Manage or Protect? – Boreal Forests from a Climate Perspective // Air Pollution and Climate Series 26. Air Pollution and Climate Secretariat and Taiga Rescue Network, Göteborg, Sweden. – 2011. – 68 p.  
[http://www.airclim.org/sites/default/files/documents/APC26\\_to\\_manage.pdf](http://www.airclim.org/sites/default/files/documents/APC26_to_manage.pdf)
- PROSPERO S., CLEARY M. Effects of host variability on the spread of invasive forest diseases. –



Forests. – 2017. – Vol. 8 (80). – P. 1-21. (www.mdpi.com/journal/forests). – doi: 10.3390/f8030080.

SENCZYNA E. Przyczyna wymierania świerka w lasach Korczyńskich nad Stryjem // Sylwan. – 1927. – R. XLV (1). – S. 52-54.

STEVENS R.B. Cultural practices in disease control // Plant pathology, an advanced treatise (Eds.: Horsfall J. G., Dimond A. E.), Vol. 3. – New York, NY, USA: Academic Press, 1960. – P. 357-429.

SZABLA K. Aktualny stan drzewostanów świerkowych w Beskidach i ich geneza // Problem zamierania drzewostanów świerkowych w Beskidach Śląskim i Żywieckim. Prace komisji nauk rolniczych, leśnych i weterynaryjnych Polskiej Akademii Umiejętności. – 2009. – № 11. – S. 13-43.

TRÉŠTIK M., KUKA I., DEMEL O. Odumírání smrku na severní Morave a ve Slezsku // Lešné Práce Badawcze. – 2004. – Vol. 83, № 7. – S. 12-15.

## МАССОВОЕ ОТМИРАНИЕ ЛЕСОВ: ПРИЧИНЫ, ПОСЛЕДСТВИЯ, ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ

В.А. КРАМАРЕЦ, И.П. МАЦЯХ

Представлен анализ теорий массового отмирания лесов. На примере еловых лесов (Украинские Карпаты), сосновых лесов (Полесье) охарактеризованы роль и значение абиотических, антропогенных и биотических факторов в усыхании лесов, вызванном аборигенными видами фитопатогенов и насекомых-камбиофагов. Показано решающее влияние инвазивного патогена *Hymenoscyphus fraxineus* (Т.Кowalski) Baral, Queloz & Hosoya на отмирание ясеня обыкновенного в лесах и зеленых насаждениях населенных пунктов. Для разных лесов выделены факторы, приводящие к ухудшению состояния и к массовому отмиранию древостоев.

**Ключевые слова:** фитопатогены, насекомые-камбиофаги, отмирание еловых и сосновых лесов, *Hymenoscyphus fraxineus*

## FOREST DECLINES: CAUSES, CONSEQUENCES, POSSIBLE WAYS OF COUNTERACTION

V. KRAMARETS, I. MATSIACH

Forest decline theories, which are still evolving, have been analyzed in this paper. Intensive mortality of trees has emerged as the result of the interaction of three groups of factors constituting the epidemiologic triad: sensitive host (tree stands) including suppression and competition, origin, genotype, development and function; environmental conditions (natural and anthropogenically formed); insects and diseases.

Declines of spruce forests (the Ukrainian Carpathians) and pine forests (Polissia) in Ukraine are used to describe a complex of abiotic, anthropogenic and biotic factors involving in that phenomenon.

Paul Manion incorporated concept into a model known as the disease decline spiral model, which includes three-step chain reaction theory of casual factors: predisposing, inciting and contributing factors. In case of spruce and pine forest declines in Ukraine, predisposing factors combine the origin of tree stands, their compositions, structure and age, the climatic conditions in which they grow and intensive anthropogenic impact. Inciting factors include the microclimatic condition of tree plantations, preliminary forestry activities, deterioration of mineral nutrient conditions due to the degradation of the symbiotic associations between spruce and mycorrhizal fungi. Dramatic spruce decline is observed in monocultures of spruce, artificially established in beech and fir forests in the lower altitudinal mountains. Intensive decline of pine forests is also found in monolithic artificially created forest plantations resulting by the influence of the complex of factors. Among the contributing factors are the changes in the functioning of parasitic systems, in particular, cambio- and xylophagous insects, spread

of root and stem rot pathogens, changes in the species composition of soil invertebrates and distribution of stem nematodes.

Humans also have directly caused tree mortality through the introduction of exotic and alien pathogens and insects. Dieback of *Fraxinus excelsior* L. is the great example of introduction of the invasive species *Hymenoscyphus fraxineus* (T.Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya around Europe including Ukraine. Due to the low resistance of ash trees and favorable climatic conditions involving other contributing factors, ash dieback is progressively intensified in the forests and urban areas in the country.

Massive spruce forest decline in the Ukrainian Carpathians was noted at the beginning of the 1990s. To prevent the process of spruce mortality the sanitary cuttings were carried out in the mountains but it was not succeeding to eliminate the existing declined areas of spruce. The measures against the distribution and development of cambiohagous insects and root rot pathogens were not conducted or conducted in insufficient ways. The pheromone traps were rarely used for attracting bark beetles but it did not have any significant effect on development of bark beetle populations in the weakened spruce stands.

During the last two years, the situation in pine forests of Ukraine has considerably deteriorated. The tree sanitary measures, implemented in pine forests, are insufficient and do not allow eliminating the decline areas of pine forest stands.

To moderate decline processes in the forests, the most accessible way is to counteract the spread of pathogens and, particularly cambiohagous insects. Spring and the beginning of summer are the best periods to prevent the development of bark beetles in pine and spruce forests. It is very important to cut down the trees, inhabited by spring phenological group of bark beetles. Unfortunately, the existing regulatory forestry framework in Ukraine does not allow sanitary cuttings to be carried out until June 15 (during the “silence season” aiming to create conditions for the development of forest fauna). Carrying out sanitary fellings in another period of season is not sufficiently effective.

**Key words:** phytopathogens, cambiohagous insects, spruce and pine forests decline, *Hymenoscyphus fraxineus*

Надійшла 16.07.2017

Прийнята до друку 24.12.2017

КРАМАРЕЦЬ В. О. Національний лісотехнічний університет України, вул. Природна, 19, Львів, 79057, Україна; e-mail: v\_kramarets@ukr.net

KRAMARETS V. Institute Ukrainian National Forestry University, 19 Pryrodna St, Lviv, 79057, Ukraine; e-mail: v\_kramarets@ukr.net

МАЦЯХ І. П. Національний лісотехнічний університет України, вул. Природна, 19, Львів, 79057, Україна; e-mail: iramatsah@ukr.net

MATSIACH I.P. Institute Ukrainian National Forestry University, 19 Pryrodna St, Lviv, 79057, Ukraine; e-mail: iramatsah@ukr.net