

doi: 10.33249/2663-2144-2019-85-12-84-95

UDC 630*436:630*17(477)

ETIOLOGY AND SYMPTOMATOLOGY OF BACTERIOSES OF WOOD PLANTS IN THE STANDS OF THE GREEN ZONE OF THE CITY OF KIEV

I. Kulbanska, M. Shvets, F. Markov*e-mail: i_kulbanska@ukr.net, marina_lis@ukr.net, markovfedir1987@gmail.com*

Zhytomyr National Agroecological University

7, Staryi Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

The results of studies of bacterioses *Fraxinus excelsior*, *Betula pendula*, *Aesculus hippocastanum*, *Quercus robur*, *Pinus sylvestris*, *Populus alba*, *Populus tremula*, *Morus alba*, *Ailanthus altissima* are presented. The focus is on that, phytopathogenic bacteria are extremely harmful and directly involved in the epiphytotic dieback of woody plants.

To study the symptoms and etiology of bacterial diseases of woody plants in the green zone of the city of Kiev, special methods of forest pathological examinations and phytopathological studies were used, as well as methods generally accepted in experimental microbiology, in particular the selection of affected organs and tissues, isolation of micro- and microorganisms into a pure culture; checking the pathogenic properties of isolated isolates and their identification and the like.

It is shown that pathogens of bacterioses of the studied plants are phytopathogenic bacteria-polybiotroph from genus *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Brenneria*, *Xylella*, *Rhizobium*, *Corynebacterium*, *Bacillus*, *Clostridium* etc. Symptoms and features of the pathogenesis of ash tuberculosis are given (causative agent – *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*); bacterial dropsy of white birch (causative agent – *Lelliottia nimipressuralis*), common horse chestnut (causative agent – *Pseudomonas syringae* var. *aesculi*), common oak (causative agent – *Lelliottia nimipressuralis*), white poplar and aspen (bacterial association, in particular *Erwinia cancerogena*, *Corynebacterium humiferum*, *Bacillus populi*), white mulberry (causative agent – *Pseudomonas syringae* pv. *mori*), ailanthus, (pathogen not identified); and tumor-associated bacteriosis in pine (causative agent is not identified).

The need to deepen studies of pathogenic components of automicrobiota, in particular in the context of understanding both the general biological problems of pathology and the goal of developing forest protection measures, is noted.

Key words: bacterial diseases, phytopathogenic bacteria, etiology, symptomatology, pathogenesis.

ЕТІОЛОГІЯ І СИМПТОМАТИКА БАКТЕРІОЗІВ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН У НАСАДЖЕННЯХ ЗЕЛЕНОЇ ЗОНИ М. КИЄВА

І. М. Кульбанська, М. В. Швець, Ф. Ф. Марков*e-mail: i_kulbanska@ukr.net, marina_lis@ukr.net, markovfedir1987@gmail.com*

Житомирський національний агроекологічний університет

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

В роботі наведено результати досліджень бактеріозів *Fraxinus excelsior*, *Betula pendula*, *Aesculus hippocastanum*, *Quercus robur*, *Pinus sylvestris*, *Populus alba*, *Populus tremula*, *Morus alba*, *Ailanthus altissima*. Акцентується увага на тому, що саме фітопатогенні бактерії є надзвичайно шкідливими і беруть безпосередню участь в ослабленні та епіфітотійному відмиранні деревних рослин.

Для дослідження симптоматики та етіології бактеріальних хвороб деревних рослин зеленої зони м. Києва використані спеціальні методи лісопатологічних обстежень та фітопатологічних досліджень, а також загальноприйняті в експериментальній мікробіології методи.

Показано, що збудниками бактеріозів досліджуваних рослин є фітопатогенні бактерії-полібіотрофи з родів *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Brenneria*, *Xylella*, *Rhizobium*,

Corynebacterium, Bacillus, Clostridium тощо. Наведено симптоматику та особливості патогенезу туберкульозу ясена (збудник – *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*); бактеріальної водянки берези повислої (збудник – *Lelliottia nimipressuralis*), гіркокаштана звичайного (збудник – *Pseudomonas syringae* var. *aesculi*), дуба звичайного (збудник – *Lelliottia nimipressuralis*), тополі білої і тремтячої (збудник – асоціації бактерій, зокрема – *Lelliottia nimipressuralis, Erwinia multivora, Erwinia cancerogena, Corynebacterium humiferum, Bacillus populi*), шовковиці білої (збудник – *Pseudomonas syringae* pv. *tori*), айланта найвищого (збудник не ідентифікований); та пухлиновидний бактеріоз на сосні звичайній (збудник не ідентифікований).

Наголошується на необхідності поглиблення досліджень патогенних складників аутомікробіоти, зокрема у контексті розуміння як загальнобіологічних проблем патології, так і з метою напрацювання лісозахисних заходів.

Ключові слова: бактеріальні хвороби, фітопатогенні бактерії, етіологія, симптоматика, патогенез.

Вступ

Фітопатогенні бактерії спричиняють практично всі відомі типи хвороб – від в'янення і плямистостей до пухлин і гнилей, зокрема мокрих. На відміну від мікозів, збудники яких зазвичай досить легко діагностуються за допомогою мікологічних і мікроскопічних методів у поєднанні з симптомами захворювання, бактеріози рослин, зокрема деревних, потребують досить складних досліджень з дотриманням тріади Генле-Коха, оскільки симптоми бактеріальної патології є лише однією (зазвичай допоміжною) ознакою в системі складних анатомо-морфологічних і фізіолого-біохімічних діагностичних досліджень. Очевидно, єдиним надійним чинником належності того чи іншого виду бактерій до конкретної хвороби є їхня патогенність, яка дозволяє не лише надійно встановити етіологію бактеріальної хвороби, а й виокремити її збудника з-поміж інших складників мікробіоти, у тому числі і аутомікробіоти. Варто зважити на те, що бактерії чи не єдина група в філемі органічного світу, яка має надзвичайно високу енергію розмноження, пов'язану з простим поділом клітин, що ми можемо спостерігати при епіфітотійному відмиранні багатьох видів хвойних і листяних деревних рослин, зокрема сосни звичайної, ялини європейської, ялиці білої, берези повислої, ясена звичайного, в дещо меншій мірі – осики, дуба звичайного тощо.

Шкідливість бактеріозів лісових деревних рослин зумовлена безліччю чинників біотичного, абіотичного та антропічного походження, які прямо чи опосередковано впливають на взаємодію в системі живитель – патоген – супутні

організми – навколишнє середовище. Шкідливість як результат впливу бактеріозів на деревні рослини відображає ступінь спеціалізації збудника, або величину негативного впливу на рослину-живителя на різних ієрархічних еколого-біологічних рівнях взаємодії і шкоду на різних рівнях господарсько-економічних оцінок збитку від хвороби (Cherpakov, 2012). Таким чином, дослідження питань етіології та симптоматики бактеріальних хвороб лісових деревних рослин дасть змогу проводити ранню діагностику проявів патологічного процесу і дозволить швидко та раціонально приймати рішення щодо проведення лісозахисних заходів.

Наразі бактеріози лісових деревних рослин та їхні збудники досліджені недостатньо, хоча в останні десятиріччя спостерігається підвищена увага до цієї проблеми (Cherpakov, 2012; Sheluho & Sidorov, 2008; Kulbanska, 2015; Gvozdyak et al., 2011; (Hoichuk, Drozda, Shvets, 2018).). Акцентується увага, що на лісових деревних рослинах у світі описано кілька десятків бактеріозів із різною симптоматикою та ступенем шкідливості, які спричиняють бактерії з родів *Pseudomonas, Xanthomonas, Enterobacter, Erwinia, Brenneria, Xylella, Rhizobium, Corynebacterium, Bacillus, Clostridium* тощо (Buchanan & Gibbons, 1974; Cherpakov, 2012). Бактеріози в однаковій мірі уражують лісові деревні рослини у природних деревостанах, лісових культурах, полезахисних смугах, міських, паркових і лісопаркових насадженнях тощо. Наразі ті чи інші бактеріози відомі практично на всіх лісових деревних рослинах.

Мета дослідження – дослідити етіологію та особливості симптоматики бактеріозів лісових деревних рослин у лісових ценозах України, що

дасть змогу проводити ранню діагностику проявів патологічного процесу і дозволить швидко та раціонально приймати рішення щодо проведення лісозахисних заходів.

Матеріали та методи

Загальна схема досліджень бактеріальних хвороб деревних рослин, зокрема *Fraxinus excelsior*, *Betula pendula*, *Aesculus hippocastanum*, *Quercus robur*, *Pinus sylvestris*, *Populus alba*, *Populus tremula*, *Morus alba*, *Ailanthus altissima* тощо, включала наступні етапи: лісопатологічні обстеження за загальноприйнятими лісівничо-таксаційними та фітопатологічними методами; відбір уражених органів і тканин; виділення мікроорганізмів у чисту культуру; перевірка патогенних властивостей виділених ізолятів та їх ідентифікація.

Бактерії виділяли зі зразків вегетативних та генеративних органів рослин, що мають симптоми описаних у літературі бактеріозів шляхом висіву різними способами на картопляний агар. Кількість мікроорганізмів, залежно від функціональних та інших ознак, тестували за їхнім ростом на спеціальних живильних середовищах (КА, МПА, МПБ, солодовий екстракт агару, Чапека тощо). Із загальної кількості ізолятів для подальшої роботи відбирали бактерії, що мають ознаки фітопатогенів – наявності пектолітичної та целлюлолітичної активностей, здатності викликати реакцію надчутливості при інокуляції в листки досліджуваних та індикаторних рослин (*Phaseolus vulgaris* L., *Nicotiana tabacum* L., *Kalanchoe laciniata* L.) бактеріальною суспензією титром 10^8 – 10^9 кл \times мл $^{-1}$ (за стандартом мутності) *in vitro* і *in vivo*. Контроль – стерильна водогінна вода.

Анатомо-морфологічну та фізіолого-біохімічну характеристики відібраних штамів (тест Хью-Лейфсона, тест Ковака на оксидазу, розрідження желатину, утворення кислоти з вуглеводів, зростання в 5 %-му NaCl, формування редуруючих цукрів з сахарози та ін.) проводили у відповідності зі стандартними протоколами та за методиками З. Клемента та співавторів (Klement et al., 1990; Patika et al., 2017).

Тестування патогенності виділених ізолятів проводилося на окремих гілках рослин-живителів. Листки (хвою) в дослідах інокулювали легкими уколами в краплю суспензії однодобової

культури бактерій титром 10^8 кл/мл. Після зараження гілки поміщали в судини з водою і накривали плівкою для підтримки високої вологості. Обліки проводили щоденно впродовж трьох тижнів. Зараження рослин, що вегетують, здійснювали під кору дерева.

Назви видів бактеріальних та грибних ізолятів наведено за визначниками (Buchanan & Gibbons, 1974) та іншою спеціальною літературою (Patika et al., 2017).

Результати дослідження та обговорення

В основі класифікації бактеріозів лісових деревних рослин може бути кілька підходів, але найбільш оптимальною є класифікація за загальною симптоматикою та характером патологічного процесу. Наразі науковцями ідентифіковані та описані наступні типи хвороб бактеріальної етіології.

Бактеріальний опік (в'янення)

діагностується за зміною типового забарвлення листків (хвої), квіток, зав'язі, пагонів на оливковий, бурий, помаранчево-червоний, чорний, а також гачкоподібним загином черешків, що, на думку багатьох дослідників (Cherpakov, 2012), є ознакою судинних (трахеїдних) патологій, зокрема опіку. Візуально, уражений орган має вигляд обпаленого вогнем. У будь-якому випадку, опікові хвороби пов'язані з системним ураженням рослин. Дослідження останніх десятиліть свідчать про пряму участь у згаданій патології патогенних представників аутомікробіоти, так званих вітальних облігатів (Gvozdyak, 2005; Gvozdyak et al., 2011). Наявність та активність згаданих бактерій в судинній (трахеїдній) системах потребують додаткових досліджень не лише таких понять, як «зараження» («інфікування»), «інкубаційний період», а й для загальнобіологічного переосмислення патологічного процесу і хвороби в цілому. Найпоширенішими збудниками бактеріального опіку є *Erwinia amylovora*, *Erw. amylovora* var. *ligniphila*, *Pseudomonas syringae*, *Xanthomonas campestris* та інші).

Бактеріальна водянка (мокрый рак)

характеризується значним обводненням і насиченням рідиною уражених тканин, особливо деревини стовбура і гілок; формуванням мокрого патологічного ядра. Активне зброджування бактеріями вуглеводів і утворення газу призводить до утворення на стовбурах і гілках

поздовжніх тріщин із витіканням рідини з «кислим» запахом олійно-кислого бродіння. На шпилькових характерна наявність смоляних патьоків, можлива поява сухобочин (*Erw. multivora*, *Erw. salicis*, *Erw. nimipressuralis*, *Enterobacter cloacae* та інші).

Бактеріальний некроз проявляється у формуванні на стовбурах і гілках поздовжньо-вертикальних сухобочин, окільцювань, плям (некротизованих ділянок, часто навколо сучка). Кора западає, камбій відмирає, відокремлюючи ділянку, яка з часом обростає валиком калюса (*Erw. amylovora*, *Erw. amylovora* var. *ligniphila*, *Ps. syringae* та інші).

Пухлини та новоутворення являють собою своєрідні нарости на стовбурах, гілках, пагонах у результаті гіперплазії або гіпертрофії клітин тканин ксилеми і флоєми. На тонких гілках, вище новоутворення, відбувається відмирання (*Ps. syringae*, *Clostridium butyricum*, *Bacillus populi*, *Agrobacterium pseudotsugae* та інші).

Виразки. Тип ураження пов'язаний з розривом тканин ксилеми під впливом механічного внутрішнього тиску газів, що продукуються бактеріями і накопиченою рідиною (за температур нижче 0 °C розширення рідини призводить до розриву тканин ксилеми). Такі рани зазвичай називають «морозобійний рак». Досить часто у подібних патологіях беруть участь різні систематичні та функціональні групи мікробіотичних організмів, хоча за бактеріальної водянки саме фітопатогенні бактерії ініціюють цей процес.

Плямистості і некроз листків/хвої. Плямистість зазвичай має концентричну структуру плями (за принципом реакції надчутливості), при цьому, відмерла частина центру плями може випадати, утворюється дірчастість. Плями можуть зливатися, частково або повністю некротизуватися, іноді переходити на жилки (*Ps. syringae*, *Xylella fastidiosa* та інші).

Бактеріальна гниль (коренів). На відміну від багатьох типів грибних гнилей, бактеріальні гнилі супроводжуються «мокротами», перенасиченням уражених тканин вологою і мацерацією коркового шару (*Erw. multivora*).

Бактеріальний рак коренів. Захворювання характеризується утворенням на коренях і кореневій шийці напливів і наростів різного розміру внаслідок гіперплазії клітин. Нарости

спочатку м'які за консистенцією, згодом «дерев'яніють», розпадаються (*Rhizobium radiobacter*).

Бактеріальна гниль насіння, шишок, плодів супроводжується появою на поверхні некротичних плям, крапель ексудату, склоподібністю ендосперму, м'якою гниллю з мацерацією тканин (*Erw. multivora*, *Brenneria quercina* та інші).

Бактеріальна гниль сіяньців і самосіву виявляється в мокрому загниванні бічних корінців, кільцевих перетяжках осового пагону, в'яненні, з побурінням і почорнінням сім'ядольних листочків або хвої у вигляді опіку оранжево-бурого кольору (*Erw. multivora*, *Erw. amylovora* var. *ligniphila*, *Ps. syringae* та ін.), (Cherpakov, 2012).

У ході наших досліджень та спостережень у межах досліджуваних ділянок нами ідентифіковано наступні типи бактеріозів лісових деревних рослин: некрозно-виразкове захворювання (туберкульоз ясен звичайного); бактеріальна водянка берези повислої, гіркогоштанна звичайного, дуба звичайного, тополі білої та тополі тремтячої, шовковиці білої, айланта найвищого; пухлини та новоутворення (пухлиновидний бактеріоз сосни звичайної). Нижче наведено особливості симптоматики та етіологію кожного бактеріозу.

Туберкульоз ясен звичайного (*Fraxinus excelsior* L.). Патологія масового всихання *F. excelsior* – явище багатогранне, у якому системно взаємопов'язані процеси інфекційного і неінфекційного характеру, що суттєво ускладнює діагностику її першопричин. Наразі відпад дерев ясен дослідники в основному пов'язують із хворобою мікозної етіології – «ash dieback», збудник – *Chalara fraxinea* K. (анаморфа – *Hymenosyphus pseudoalbidus* Q.), (Kowalski et al., 2009). Між іншим, в межах ареалу *F. excelsior* постійно відмічають шкідливу дію збудника бактеріозу – *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*. Досліджуючи особливості симптоматики та механізм патогенезу туберкульозу ясен, можна виокремити п'ять етапів (фаз) розвитку згаданого захворювання, що дозволяє вчасно діагностувати хворобу на рослині на будь-яких її етапах (рис. 1) з подальшим застосуванням захисних заходів.



Рис. 1. Симптоматика туберкульозу ясена звичайного на стовбурі (зліва) та на поперечному зрізі (справа)

Зокрема, первинні симптоми (так звана «парша») з'являються на пагонах і стовбурах з гладенькою (первинною) сірувато-зеленою кіркою та характеризуються незначним локальним здуттям верхнього шару клітин, появою мікротріщин та невеликих еліпсоподібних м'яких пухлин, заповнених сірою липкою бактеріальною масою без запаху. З часом під впливом сприятливих для патогена чинників відбувається утворення нових осередків ураження («поширення») по довжині та периметру стовбура (пагона) *Fraxinus excelsior*. Нові осередки туберкульозу можуть з'являтися в різних місцях дерева без певної залежності та послідовності, але завжди на ділянках стовбура (пагона) з первинною кіркою (Kulbanska, 2015).

При «власне туберкульозі» утворюються типові туберкульозні формування з подальшим збільшенням їхніх розмірів як по довжині, так і по периметру стовбура (пагона). Відбувається деформація ураженого органа. Ураження генеративних органів – «деформація» може з'являтися на деревах як із симптомами туберкульозу, так і на зовнішньо здорових. Уражені *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*

квітки зазвичай не утворюють однокрилаток, а скупчуються навколо нерозвиненої (не відкритої) верхівкової бруньки і формують дрібні (діаметром 1–2 мм) спочатку світло-рожеві, фіолетові, а згодом темно-коричневі туберкульозні скупчення досить великих розмірів (до 1,0–1,5 см), які нагадують грона винограду і залишаються на дереві до весни (літа) наступного року. «Вади деревини» утворюються на різних етапах розвитку хвороби і характеризуються утворенням у деревині більших чи менших порожнин, каверн, раковин тощо, заповнених темною бактеріальною масою. З часом у формуванні вад деревини беруть участь деревозабарвлюючі гриби та афілофородні макроміцети ксилокомплексу з відділу *Basidiomycota*.

Бактеріальна водянка берези повислої (*Betula pendula* Roth.). Усихання березових насаджень прирівнюється до екологічної загрози, яка в подальшому може набути норциркумполярного характеру. Воно відбувається з певною циклічністю, яка пов'язана з періодичністю впливу на насадження несприятливих факторів. Наразі небезпечні

інфекційні хвороби берези повислої, які призводять до її швидкого відмирання, мають бактеріальну етіологію. Особливе місце в загальній патології берези повислої має бактеріальна водянка, яка, незважаючи на значну шкідливість, наразі в матеріалах лісовпорядкування не виділяється в окрему категорію, а належить до інших інфекційних хвороб.

Достовірно відомо, що в межах ареалу *B. pendula* спостерігаються спалахи бактеріальної водянки, яка в різних країнах відома як бактеріальний мокрий рак, бура слизотеча, хвороба «водяних знаків», «плач» берези, «weetwood» (мокра деревина), «slime flux» (слизовий потік), «alcoholic flux» (алкогольний потік) тощо (рис. 2).



Рис. 2. Симптоматика бактеріальної водянки берези повислої: ексудат на стовбурі (зліва) та мокре несправжнє ядро на поперечному зрізі (справа)

Збудником бактеріозу берези повислої є фітопатогенна бактерія-полібіотроф *Enterobacter nimipressuralis* Carter, яка також спричинює водянку хвойних і листяних лісових деревних рослин. Останні дослідження згаданої бактерії дозволили віднести її до *Lelliottia nimipressuralis* Brad., а *E. nimipressuralis* є застарілою назвою, синонімом. У своєму патогенезі хвороба пов'язана із життєдіяльністю комах (головним чином зі стовбуровими) як переносниками збудника. До шкідників, які здатні переносити хворобу, належить великий березовий рогохвіст (*Tremex fuscicomis* F.), західний непарний короїд (*Xyleborus dispar* F.), непарний шовкопряд (*Lymnatria dispar* L.) (Meshkova, Koshelyaeva, 2017).

Симптоматика бактеріальної водянки *B. pendula* безпосередньо пов'язана з обводненням ядрової і заболонної частин стовбура, формуванням мокрого патологічного ядра в деревині, здуттями корку і перидерми, некротичними мокрими плямами у місцях проникнення інфекції, рясними патьоками слизу. Листки хлоротичні, зазвичай меншого розміру, значно зріджена крона. Корок уражених дерев відшаровується навколо пагонів, сучків, стовбура у вигляді кільця, оголюючи заболонь (Hoichuk, Drozda, Kulbanska, 2018).

Бактеріальна водянка гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.). Збудником бактеріозу гіркокаштана звичайного є бактерія *Pseudomonas syringae* var. *aesculi*

(Cherpakov, 2017), яка формує типову симптоматику, відому як «виразкова кровотеча» (рис. 3), опік листків тощо. Листки в кронах дерев



дехромовані, спостерігається локальне відмирання як окремих дрібних, так і великих скелетних гілок.



Рис. 3. Бактеріальна водянка гіркокаштана звичайного: формування бактеріальної виразки (зліва) та розвиток хвороби з виділенням ексудату (справа)

На стовбурі формуються коричневі плями і патьоки, з яких впродовж вегетаційного сезону відбувається виділення бактеріальної рідини зі специфічним запахом.

На відміну від бактеріальної водянки берези, за якої бактерії уражують ксилему стовбура дерева, розвиток бактеріальної водянки гіркокаштана звичайного у більшій мірі відбувається у флоемі, в результаті чого уражається камбіальний шар з наступним його відмиранням і відшаруванням кори. Деревина під корою має помаранчево-коричнєве або червоне мозаїчне забарвлення з чіткими лініями розмежування живої і ураженої частини стовбура. Окільцювання стовбура дерева виразкою при бактеріальній водянці призводить до його відмирання. На дослідних рослинах максимальна висота виділення ексудату відмічена нами на стовбурі до 7 м.

Характерною ознакою епіфітотії *Ps. syringae* pv. *aesculi* є те, що вона розвивається на фоні перманентної інвазії каштанової мінуючої молі – *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae).

Бактеріальна водянка дуба звичайного (*Quercus robur* L.). Збудник – *Enterobacter* (*Lelliottia*) *nimipressuralis*, *Erwinia multivora*. На стовбурах уражених дерев, переважно в кроні, розвиваються численні водяні пагони, які швидко всихають. На початку вегетації на ділянках стовбурів з тонкою гладкою корою утворюються численні округлі здуття різних розмірів, заповнені прозорою слизовою рідиною. Згодом кора в місцях здуття тріскається, з них витікає ексудат і застигає на поверхні стовбурів у вигляді великих червоно-бурих або червоно-коричневих розпливчастих плям. Пізніше тріщина на здутті перетворюється в ракову рану. У окоренковій частині стовбурів з грубою, товстою, покритою тріщинами корою, здуття не утворюються, але добре помітно характерні бурі плями. Рясне витікання ексудату з характерним кислим запахом спостерігається з весни до осені (рис. 4). Під корою уражених ділянок виявляється відмерлий темно-бурий луб і жива мокра деревина, яка видає кислий запах.

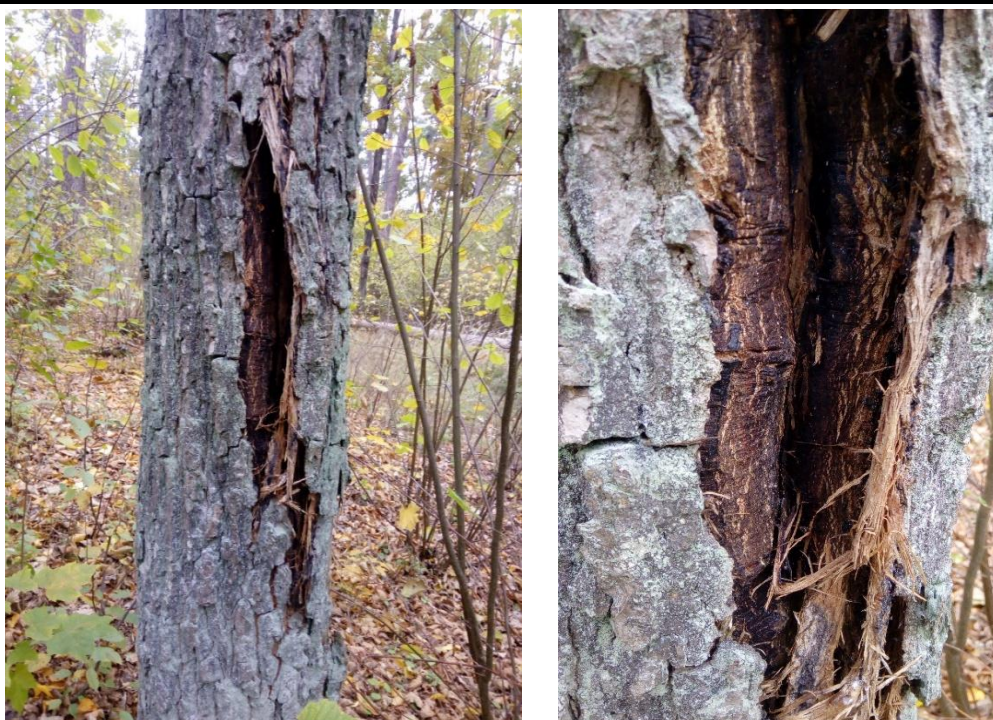


Рис. 4. Симптоматика водянки дуба звичайного: загальний вигляд патології (зліва) та збільшено (справа)

Наразі на дубі звичайному виявлені такі бактеріальні хвороби: м'яка гниль жолудів (збудник – *Pectobacterium carotovorum*); мокра гниль жолудів (збудник – *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*); «краплинна хвороба» жолудів (збудник – *Erwinia quercina* sp.nova); суха гниль гілок і стовбурів (збудник – *Erwinia rhapontici*); бактеріальний опік (збудник – *Erwinia amylovora* var. *ligniphila*); раково-виразкове захворювання (збудники – *Pseudomonas fluorescens* і *Pseudomonas* sp.) та асоційовані з ними інші систематичні та функціональні групи мікроорганізмів.

Пухлиновидний бактеріоз сосни звичайної. Характерними симптомами хвороби є поява на гілках і стовбурах дерев спочатку дрібних наростів діаметром 1–3 мм, які протягом року збільшуються до 5–15 мм, досягаючи у подальшому 4–5 см у діаметрі, а іноді й більше.

Варто звернути увагу, що за даного бактеріозу можливі два типи проявлення: при першому типі нарости поверхневі, утворюються у паренхімі кори, в іншому – глибокі, зачіпають клітини вторинної меристеми, яка інтенсивно ділиться в радіальному напрямку. Такі нарости розростаються впродовж кількох років, судинні пучки в них розміщуються хаотично. За будь-

якого типу при досягненні значних розмірів перидерма наростів покривається тріщинами, через які проникають інші мікроорганізми, що дещо уповільнює некротичний процес та сприяє формуванню порожнин, каверн, раковин. Формуванню пустот сприяють також бактерії, які мацерують клітини тканин сосни. Це дає підстави віднести захворювання до туберкульозного типу (рис. 5).

Захворювання найчастіше зустрічається на 10–20-річних деревах, проте воно виявлене і в стиглих та перестійних сосняках. Варто зазначити, що етіологія даного захворювання потребує подальших досліджень і уточнень. Аналогічне захворювання відоме на ялиці білій (*Abies alba* Mill.). Збудник – *Agrobacterium pseudotsugae*.

Наразі на сосні звичайній виявлені такі бактеріальні хвороби: раково-виразкове захворювання (збудник – *Pseudomonas syringae*); бактеріальний опік (збудник – *Erwinia amylovora*); бактеріальна водянка (збудник – *Erwinia nimipressuralis*); бактеріальні виразки (збудник – *Erwinia quercina* pv. *rubrifaciens*); бактеріальний кореневий рак (збудник – *Rhizobium radiobacter*); чорний (збудник – *Pseudomonas fluorescens*); судинний бактеріоз сіянцив (збудник – *Raistonia solanacearum*), (Gvozdyak et al., 2011).



Рис. 5. Симптоматика пухлиноподібного бактеріозу сосни звичайної

Бактеріальна водянка тополі білої (*Populus alba* L.) та тремтячої (*Populus tremula* L.). Етіологія даної патології об'єднує низку подібних та відмінних гіпотез, адже у спеціальній літературі немає однозначного трактування щодо збудників зазначеного бактеріозу. Тому серед інфекційних агентів бактеріальної водянки тополі та осики виділяють асоціації бактерій, зокрема – *Lelliottia nimipressuralis*, *Erwinia multivora*, *Erwinia cancerogena*, *Corynebacterium humiferum*, *Bacillus populi*. Щодо симптоматики даного захворювання, відомо, що воно проявляється у двох формах: закритій (під покривом кори) і відкритій (внаслідок розростання напливів тканин кори, всередині яких утворюються порожнечі), (рис. 6).

Виявлений нами бактеріоз макроскопічно проявляється у вигляді повздовжніх тріщин, з яких виступає безбарвний або бурштинового забарвлення, що темніє на повітрі, ексудат. Рясний ексудат може з'являтися впродовж усього вегетаційного періоду за високої вологості. Кора некротизується, розтріскується і відпадає, що є характерною ознакою захворювання. Уражена деревина червоно-бурого забарвлення, мокра на дотик; з-під кори, при натисканні, вичавлюється рідина, іноді у великій кількості.

Окрім згаданого бактеріозу, на деревах роду *Populus* L. відмічено інші типи хвороб бактеріальної етіології, зокрема: бактеріальний опік тополі (збудники – *Pseudomonas syringae*, *Pseudomonas cerasi*); бактеріальний рак тополі (збудники – *Aplanobacterium populi*, *Pseudomonas rimaefaciens*); раково-виразкове захворювання (збудники – *Erwinia* sp., *Aplanobacterium populi* Ride., *Rhizobium radiobacter* Beij., *Pseudomonas cerasi* sp. nov., *Pseudomonas syringae* f. *Populea* Van.); туберкульоз (збудник – *Bacillus populi* sp. nov.) та інші.

Бактеріальна водянка шовковиці білої (*Morus alba* L.). Збудник – *Pseudomonas syringae* pv. *mori*. Симптоми бактеріозу з'являються на листках і гілочках у вигляді просочених водою плям, які згодом перетворюються на темно-коричневі виразки (рис. 7).

Ураження, утворені на листках, мають неправильну форму, часто оточені жовтим ореолом. На гілочках помітні темно-коричневі, майже чорні витягнуті тріщини, які іноді зливаються, окільцюючи уражений пагін (що в майбутньому призведе до відмирання). На місці мокнучої плями формується відкрита виразка, з якої протягом вегетаційного сезону виділяється бурий ексудат.



Рис. 6. Симптоматика бактеріальної водянки тополі білої (зліва) та тремтячої (справа)



Рис. 7. Симптоматика бактеріальної водянки шовковиці білої на різних етапах патології

Бактеріальна водянка айланта найвищого (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle). Симптоматика бактеріальної водянки айланта найвищого аналогічна типовим (класичним) проявам бактеріальної водянки (рис. 8).

Аналізуючи досліджуваний нами об'єкт, можна констатувати, що у формуванні відкритих ран (виразок) беруть участь не тільки фітопатогенні бактерії, але й збудник звичайного (східчастого) раку – *Nectria galligena*.



Рис. 8. Виділення бактеріального ексудату та формування виразки на стовбурі айланта найвищого, що пов'язано зі змішаною інфекцією

Саме тому хвороба протікає з характерними для даних збудників симптомами (утворюються східчасті відкриті виразки). Дані симптоми з усією очевидністю вказують на хронічну патологію. Також на лісових деревних рослинах України періодично діагностуються, проте не досліджуються в достатній мірі усі відомі типи бактеріозів. Так, на буку лісовому (*Fagus sylvatica* L.) відмічена патогенна діяльність *Erwinia horticola* (збудник чорного бактеріозу та бактеріозу горішків); *Erwinia rapontici* (збудник сухої гнилі); *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas* sp. (збудники раково-виразкових захворювань) та інші.

На деревах роду *Salicis* L. найбільш поширеним і в окремі роки досить шкідливим є так званий «водяний слід» (бактеріальне в'янення, «watermark») (збудник – *Erwinia salicis*).

Збудником бактеріозу клена гостролистого (*Acer platanoides* L.) є *Bacillus subtilis*. Бактеріальну плямистість листків клена спричинюють *Pseudomonas aceris* та *Xanthomonas acernea*.

Бактеріальний некроз кори кизильника блискучого (*Cotoneaster lucidus* Schldl.) спричинює *Pseudomonas syringae*.

На ільмових (*Ulmaceae* Mirb), зокрема на *Ulmus pumila* L., *Ulmus minor* Mill. та *Ulmus laevis* Pall. виокремлено три типи бактеріозів –

бактеріальний опік (*Erwinia amylovora* var. *ligniphila* та *Xylella fastidiosa*), раково-виразкове захворювання (*Pseudomonas amygdali* pv. *ulmi*) та бактеріальна плямистість листків (*Pseudomonas ulmi*).

Збудником раково-туберкульозного захворювання граба звичайного (*Carpinus betulus* L.) є *Clostridium butyricum* v. *phytopathogenicum*.

Етіологія бактеріальної плямистості листків роду *Corylus* L. пов'язана з *Xanthomonas corylina*, а горіха грецького (*Juglans regia* L.) – *Xanthomonas juglandis* (стосовно даних хвороб у літературі є лише окремі повідомлення).

Бактеріоз шишок ялиці кавказької (*Abies nordmanniana* (Steven) спрочинює *Erwinia* (*Enterobacter*) *nimipressuralis*, (*Erwinia multivora*).

Збудником чорного бактеріозу сіянцив шпилькових є *Pseudomonas fluorescens*.

Висновки

За результатами проведених лісопатологічних обстежень і фітопатологічних досліджень з використанням методів експериментальної мікробіології встановлено, що санітарний стан деревних рослин у насадженнях зеленої зони м. Києва є задовільним; насадження відносяться до I (життєздатні) та II (з порушеною життєздатністю) класів біологічної стійкості.

До числа лімітуючих чинників, що ослаблюють деревні рослини, відносяться синоптичні чинники в комплексі з антропогенним впливом – рекреаційне навантаження та техногенне забруднення, а також комахи-фітофаги і патогенні мікроорганізми. Зокрема, серед бактеріальних хвороб деревних рослин у межах зелених зон м. Києва, зокрема *Fraxinus excelsior*, *Betula pendula*, *Aesculus hippocastanum*, *Quercus robur*, *Pinus sylvestris*, *Populus alba*, *Populus tremula*, *Morus alba*, *Ailanthus altissima*, нами ідентифіковано, описано коротку симптоматику та етіологію наступних типів бактеріозів: некрозно-виразкове захворювання (туберкульоз); бактеріальні пухлини та новоутворення, що дасть змогу проводити ранню діагностику проявів патологічного процесу і дозволить швидко та раціонально приймати рішення щодо проведення лісозахисних заходів.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на поглиблення досліджень бактеріозів з метою з'ясування складних зв'язків представників різних систематичних і функціональних груп міко- і мікроорганізмів в інфекційній патології лісових деревних рослин.

References

- Buchanan, R. E. & Gibbons, N. E. (Eds.). (1974). *Bergey's manual of determination of Bacteriology* (8 th ed.). Baltimore : Williams and Wilkins.
- Cherpakov V. V. (2017) Etiologiya bakterialnoy vodyanki drevesnyih rasteniy [The etiology of bacterial dropsy of woody plants]. *Izvestia Sankt-Peterburgskoy Lesotehnicheskoy Akademii*, 2017. № 220, 125–139 [in Russian]. <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2017.220.125-139>
- Cherpakov, V. V. (2012). Bakterialnyye bolezni lesnykh porod v patologii lesa [Bacterial diseases of forest species in pathology of forest]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii*, 200, 292–303 [in Russian].
- Hoichuk, A. F., Drozda, V. F. & Kulbanska, I. M. (2018). Tuberkuloz yasena zvychainoho u Zakhidnomu Podilli Ukrainy: etiologiya, symptomatyka, patohenez [Tuberculosis of ash-trees in Western Podillya of Ukraine: etiology, symptomatology, pathogenesis]. *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy*, 16, 31–39. doi: <https://doi.org/10.15421/411804> [in Ukrainian].
- Hoichuk, A. F., Drozda, V. F. & Shvets, M. V. (2018). Ryzyk znyknennia berezy povysloi v Zhytomyrskomu Polissi Ukrainy [The risk of extinction of birch bark in Zhytomyr Polissya of Ukraine]. *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk*, 17, 16–25. doi: <https://doi.org/10.15421/411816> [in Ukrainian].
- Hvozdiak, R. I. (2005, October 4–6). Perspektyvni napriamy doslidzhennia fitopatohennykh bakterii [Perspective directions of research of phytopathogenic bacteria]. *Fitopatohenni bakterii. Fitontsydolohiia. Aleopatiiia*: zbirnyk statei uchastykiv Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii (pp. 3–8). Zhytomyr : DAU [in Ukrainian].
- Hvozdiak, R. I., Hoichuk, A. F., Rozenfeld, V. V. & Pasichnyk, L. A., (2011). Bakterialni khvoroby sosny zvychainoi (*Pinus sylvestris*) ta mikroflora yii nasinnia [Bacterial diseases of pine (*Pinus sylvestris* L.) and its floral microflora]. Zhytomyr : Polissia [in Ukrainian].
- Klement, Z., Rudolf, K. & Sands, D. S. (1990). *Methods in phytobacteriology*. Budapest : Academic Knido.
- Kowalski, T. & Holdenrieder, O. (2009). Chalara fraxinea causes dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Europe report. *For. Pathol.*, 39, 1–7.
- Kulbanskaya, I. N. (2015) Patogenez tuberkuleza yasena obyknovennogo v usloviyakh Zapadnogo Podolia Ukrainy` [Pathogenesis of tuberculosis of an ash tree in the conditions of Western Podillya of Ukraine]. *Lesnoy zhurnal*, 6, 75–84 [in Russian].
- Meshkova V.L., Koshelyaeva Ya.V. (2017) Sanitarnoe sostoyanie berezyi povisloy (*Betula pendula* Roth.) v razlichnykh lesorastitelnykh usloviyakh Levoberezhnoy lesostepi Ukrainy [Health condition of silver birch (*Betula pendula* Roth.) in different forest site conditions of the Left-bank Forest Steppe of Ukraine]. *Izvestia Sankt-Peterburgskoy Lesotehnicheskoy Akademii*, № 220, 155–168 [in Russian]. <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2017.220.155-168>.
- Patyka, V. P. (Ed.). (2017). *Fitopatohenni bakterii. Metody doslidzen* [Phytopathogenic bacteria. Methods of research]. Vinnytsia : Windruck [in Ukrainian].
- Shelukho, V. P. & Sidorov, V. A. (2009). Bakterialnaya vodyanka berezy i effektivnost meropriyatiy po borbe s ney v nasazhdeniyakh zon smeshannykh i shirokolistvennykh lesov [Bacterial dropsy of birch and the effectiveness of measures to combat it in the stands of mixed and deciduous forests]. Bryansk : BGITA [in Russian].