

УДК 595.132: 591.55: 574.4

М.П. КОЗЛОВСЬКИЙ¹

СТОВБУРОВА НЕМАТОДА *BURSAPHELENCHUS MUCRONATUS* ЯК ЧИННИК ВСИХАННЯ ХВОЙНИХ ДЕРЕВ У КАРПАТАХ І ПОЛІССІ

Досліджено, що стовбурова нематода *Bursaphelenchus mucronatus* зумовлює всихання верхівок сосни звичайної на Поліссі та ялини європейської в Українських Карпатах. Найбільшу чисельність нематод виявлено у стовбурі дерева нижче ділянки всихання. У деревині всохлих верхівок, окрім стовбурових нематод, іноді у великій кількості розмножуються бактеріофаги, які разом із бактеріями є першими агентами розкладання відмерлої деревини. Збільшення тривалості теплового періоду сприяє інтенсивнішому розвитку стовбурових нематод у деревині хвойних порід. У природних деревостанах смуги ялинових лісів на верхній межі лісу зареєстровано частіше їх трапляння у відмерлій деревині ялини. Наявність на значних площах вторинних монодомінантних деревостанів осередків всихання ялини європейської та сосни звичайної сприяє покращенню функціонуванню біотичної системи стовбурових нематод, а відтак і збільшенню їхньої шкодочинності та всихання дерев.

Ключові слова: стовбурова нематода, *Bursaphelenchus mucronatus*, сосна звичайна, ялина європейська, всихання

Вступ. Актуальність дослідження стовбурових нематод зумовлена масштабним всиханням хвойних дерев у Європі. Вперше масове всихання сосни приморської (*Pinus pinaster* Ailton) від стовбурових нематод зареєстровано у Португалії в 1999 році. Причиною всихання виявився адвентивний для Європи вид – *Bursaphelenchus xylophilus*, який потрапив з Японії, куди, своєю чергою, проник з Північної Америки на початку ХХ ст. з деревиною, яка була заражена цією нематодою [5].

Натепер рід *Bursaphelenchus* об'єднує понад 70 видів світової фауни і щороку з'являються нові види. Особливістю функціонування паразитарної системи стовбурових нематод є те, що вони самостійно не здатні потрапити на інші дерева, а тому для територіального поширення використовують жуків-ксилофагів як переносників. Життєвість такої біотичної системи забезпечується сукупністю умов, а саме – наявністю господаря (дерева), переносника (ксилофага) і стовбурової нематоли, а також певних кліматичних умов, потрібних для повного онтогенетичного розвитку. Поза межами такої біотичної системи стовбурові нематоли розвиватися не можуть.

Функціонування біотичної системи стовбурових нематод. Антропогенне перенесення стовбурової нематоли *Bursaphelenchus xylophilus* з Канади в Японію стало початком формування нової біотичної системи стовбурових нематод у країнах Азії, а згодом і в Європі. Це стало можливим завдяки сприятливим кліматичним умовам для розвитку самих нематод, наявності відповідних переносників

нематод, якими виявилися аборигенні види комах, а також деревних порід, в яких вони здатні розвиватися. Ще одним із можливих шляхів формування нових біотичних систем стовбурових нематод є можливість їх перенесення не в деревині, а шляхом вселення переносника, який заражений стовбуровими нематодами.

Функціонування біотичної системи стовбурових нематод вивчали багато вчених, на основі публікацій яких і наводимо ці характеристики. Ці знання є основою застосування певних практичних заходів щодо запобігання поширенню цих нематод на нові території та розроблення заходів щодо їх елімінації в осередках всихання дерев. Наприклад, лише у 1970-1980-х рр. втрати будівельного лісу в Японії від всихання сосни, спричиненого *B. xylophilus*, становили щорічно 2 млн м³ деревини. Натепер ця соснова нематола поширена на всій території Японії, що посилює її шкодочинність [3].

Зважаючи на те, що зараження дерев стовбуровими нематодами можливе лише за участі твердокрилих, досліджували онтогенез вусачів роду *Monochamus* (Mamiya, Enda, 1972). Всохлі дерева є місцем для розмноження і розвитку вусачів, і якщо у цих деревах є стовбурові нематоли, то навесні біля лялечки вусача концентруються личинки стовбурової нематоли третьої стадії розвитку. У лялечку вусача проникають личинки четвертої стадії розвитку. Основне місце локалізації личинок, зазвичай, у трахеях вусача, хоча нематоли можуть заселяти й інші внутрішні органи, а також у великій кількості затримуватись і на зовнішніх органах комах [4].

¹ КОЗЛОВСЬКИЙ Микола Павлович – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, директор Інституту екології Карпат НАН України, м. Львів, Україна. Тел.: +38-032-270-74-30. E-mail: ecoinst@mail.lviv.ua

Коли молодий вусач починає активний спосіб життя, то личинки виходять через дихальця назовні й потрапляють на молоді гілки дерев, в які згодом проникають. Проникнення личинок у деревину полегшується при додатковому живленні жуків на молодих пагонах, оскільки після цього на них утворюються місця з відкритою деревиною. Зараження дерев стовбуровою нематодою може відбуватися і під час відкладання яєць вусачами, що відбувається, зазвичай, на ослаблених деревах. Період виходу нематод із жуків триває 10-40 днів, і не завдає видимої шкоди останнім [3]. Далеко не всі личинки стовбурових нематод, які перебувають у тілі жука, потрапляють на гілки дерев. Проведені в Японії дослідження із зараження сосни нематодами *B. mucronatus*, які перебували в тілі жука *M. saltuarius*, показали, що найвища частка нематод, які потрапляють із жука на сосну, не перевищує 25% [3]. У перші п'ять днів після вильоту вусачів з них виходять лише поодинокі личинки нематод. У наступні п'ять днів кількість личинок, які вийшли з жука і потрапили на сосну, значно збільшилась, а максимум активності зараження сосни відбувався між 10 і 30 днями. Найвищий зафіксований показник переходу нематод від жука до сосни становив 2810 особин, тоді як в середньому він знаходився в межах кількох сотень. Так, у Португалії, на території, де виявлено стовбурові нематоди, було обстежено молоді різностатеві вусачі *Monochamus galloprovincialis*. У 54% жуків було знайдено личинки стовбурових нематод, чисельність яких в одній особині жука була від 6 до 72000, що в середньому становило приблизно 2300 і 2000 особин відповідно на самку і самця [3].

Патогенність окремих видів стовбурових нематод неоднакова. Якщо патогенність для дерев хвойних порід *B. xylophilus* є загальновідомою, то думки щодо патогенної дії поширеного по всій території України виду *B. mucronatus* є різні. Дослідження О.С. Єрошенка на сході Росії показали, що окремі форми *B. mucronatus* також патогенні для смереки. Дослідження далекосхідного ізоляту *B. mucronatus* показали його патогенність для хвойних порід, зокрема *Pinus koraiensis* і *Larix olgeni*, меншою мірою – для *P. sylvestris* і *P. densiflora* [6].

Патогенність стовбурових нематод значною мірою залежить від тривалості життєвого циклу, який насамперед залежить від температури середовища, в якому знаходяться круглі черви. Загалом розвиток стовбурових нематод можливий у діапазоні 9,5-33°C. В умовах експерименту з *B. xylophilus*, під час вирощування його на культурі фітопатогенних грибів, найкоротший життєвий цикл був за температури 30°C – три дні, за 25°C він тривав 4-5 днів, за 20°C – 6 днів, а за 15°C – 12 днів [3]. Вважають, що оптимальна температура для розвитку *B. xylophilus* – 30-33°C, а *B. mucronatus* – 25°C. Тому за однакових температур із цих двох видів останній матиме більшу чисельність, хоча перший вважають більш патогенним в Європі. Однією з версій більш патогенного впливу *B. xylophilus* на дерева, які ростуть в Азії та Європі, є відсутність їх відпірності нематодам, порівняно з хвойними деревами Америки. За

низьких температур нематоди малоактивні. Холодний період переживають дисперсійні личинки, які легко переносять несприятливі умови існування та здатні довго не жити.

Личинки *B. mucronatus* четвертого віку, які потрапили у хвойне дерево, живляться паренхімними клітинами у смоляних каналах, і перетворюються на статевозрілі особини, які здатні розмножуватися. З яєць виходять личинки першого віку, які, проходячи чотири стадії розвитку, перетворюються на статевозрілі особини і цикл повторюється. За наявності сприятливих кліматичних умов чисельність стовбурових нематод у дереві дуже стрімко збільшується, що призводить до зменшення виділення смоли, пригнічення чи навіть припинення транспірації внаслідок закупорення трахеїд нематодами [3].

У регіоні Карпат найімовірнішими переносниками стовбурових нематод є *Monochamus galloprovincialis*, *M. saltuarius*, *M. sutor*, *M. sutor*, а у лісо-степовій зоні – *M. galloprovincialis* [7]. Разом із цим не виключено, що й інші твердокрилі, зокрема види з родин *Cerambycidae*, *Buprestidae* і *Curculionidae*, також можуть переносити стовбурових нематод.

Мета досліджень полягала у встановленні наявності і місця локалізації стовбурових нематод у всихаючих деревах ялини європейської та сосни звичайної.

Матеріали і методика досліджень. Матеріалом для дослідження була деревина ялини європейської (*Picea abies* L.) та сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), що відібрана в Українських Карпатах і на Поліссі. Виділення стовбурових нематод проведено за загальноприйнятими методиками на приладі Кемпсона [2]. Дослідження мали в основному якісний характер, оскільки дотепер не розроблено методичних і методичних основ виявлення стовбурових нематод у лісових екосистемах [8]. Існуючі методики дають змогу лише констатувати наявність того чи іншого виду нематод у лісоматеріалах. Разом із цим, для порівняльних характеристик заселеності стовбуровими нематодами деревини їх кількість розраховували на одиницю маси.

Результати досліджень. Дослідження у регіоні Українських Карпат і Полісся дало змогу встановити, що територіально *B. mucronatus* поширений від рівнинних територій Полісся до верхньої межі смерекових лісів у Карпатах [8].

Зареєстровано два типи зараження дерев стовбуровою нематодою хвойних дерев. Первинне зараження відбувається, коли личинки нематод потрапляють на здорове дерево і починають розмножуватись, причому це зараження нематодами може відбуватися у кількох місцях на невеликих (до одного метра) відстанях один від одного. Вторинне зараження відбувається під час відкладання яєць вусачем у сухе чи всихаюче дерево, вже зараженого нематодами. Первинне зараження відбувається, зазвичай, у кронній частині дерева, тоді як вторинне – у кронній та стовбуровій, хоча можливі будь-які варіанти.

Стовбурові нематоди ялини європейської. В Українських Карпатах *B. mucronatus* найбільш поширений у моновидових деревостанах ялини європейської, які сформувалися на місці мішаних букових лісів. Тут, порівняно з верхньою межею лісу, стовбурові нематоди мають значно кращі умови онтогенетичного розвитку, що зумовлено вищими температурами. У мішаних букових лісах обмежувальними чинником поширення стовбурових нематод були: мала кількість комах-переносників – ялинових вусачів, а також мала кількість рослин-господаря – ялини. Формування вторинних ялинових лісів суттєво змінило ситуацію, оскільки було усунуто обмежувальні чинники поширення стовбурових нематод. Особливо погіршилася ця ситуація після формування осередків всихання, які тривалий час залишалися джерелами розмноження комах-ксилофагів й, одночасно, стовбурових нематод. Така ситуація сприяла майже 100% зараженню нематодами лялечок вусачів, які, перетворившись на дорослі особини, сприяли інтенсивному територіальному поширенню круглих черв'яків.

Проведені дослідження на території НПП „Сколівські Besкиди” в умовно первинних різновікових ялицево-смерекових бучинах показали, що у 50% всохлих дерев ялини виявлено *B. mucronatus*, заселеність яким деревини змінювалася в межах кількох десятків особин на 1 г деревини в абсолютно сухому стані. Тобто стовбурові нематоди поширені як у штучно сформованих насадженнях ялини у поясі букових лісів, так і природних мішаних деревостанах.

Територіальне поширення стовбурових нематод у смузі букових лісів відбувається з різною інтенсивністю. Дослідження, які проведено за стандартною методикою виявлення стовбурових нематод на території НПП «Сколівські Besкиди» в околицях гори Маківка (ДП «Сколівське ЛГ», Головецьке л-во, кв. 13, і Бутивлянське л-во, кв. 11), показали 100% зараження зрубаних на лісосіках дерев, тоді як у Військовому лісгоспі Коростівського л-ва (кв. 16) заражені понад 80% дерев, у Сколівському л-ві – лише 10%. Тобто на територіях, де розташовані найбільші за площею осередки всихання ялини, відбувається і найбільше зараження її стовбуровими нематодами.

У Головецькому л-ві ДП „Славське ЛГ” здійснено дослідження поширення стовбурових нематод у всихаючих смеречниках. Для досліджень у кв. 13 відібрали три модельних дерева, які належать до різних категорій санітарного стану, проби деревини з яких взяли через кожні 2 м. Модельне дерево 1 – це смерека, яка всохла поточного 2016 р., належить до 1-ї категорії – „свіжий сухостій”. Модельне дерево 2 належить до першої категорії – „без ознак всихання”. Модельне дерево 3 належить до четвертої категорії „всихаючі”, яке характеризується жовтою верхівкою та зеленою нижньою частиною крони, без осипання хвої, всихання гілок і пошкодження стовбура, зокрема й стовбуровими шкідниками. Результати досліджень показали, що всі модельні дерева були уражені стовбурною нематою *B. mucronatus*. Модельне дерево 1 заражене стовбу-

ровими нематодами на висоті понад 13 м. Велику чисельність стовбурових нематод виявлено на висоті від 15 м і вищій. У цьому дереві зареєстровано найбільшу заселеність деревини нематодами – 300 особин на 1 г деревини в а. с. с. Модельне дерево 2 заражене стовбуровими нематодами у нижній частині крони з найбільшою заселеністю деревини на висоті 7 м (109 особин / 1 г деревини в а. с. с.) і на висоті 15 та 17 м (коло 30 особин на 1 г деревини в а. с. с.). Модельне дерево 3 заражене стовбуровими нематодами на висоті понад 15 м із максимальним заселенням на висоті 15 і 17 м (46 і 38 особин на 1 г деревини в а. с. с.). Оскільки будь-яких грибних захворювань у цих дерев не виявлено, то можна стверджувати, що саме стовбурові нематоди зумовили їх всихання.

Холодніші умови у смузі ялинових лісів Українських Карпат гальмують активне поширення стовбурових нематод (зокрема, виду *B. mucronatus*), оскільки їхній онтогенетичний розвиток доволі тривалий, а переноситися молодими вусачами можуть лише личинки четвертого віку. Тому потрібен збіг онтогенетичного розвитку у вусачів на стадії лялечки і личинок четвертого віку стовбурових нематод, які проникають у ці лялечки.

Проведені дослідження щодо зараження стовбуровими нематодами всохлих дерев ялини європейської показали, що у 100% дерев на місці виходу вусачів виявлено *B. mucronatus*. Можна припустити, що якщо стовбурові нематоди і не стали основною причиною процесу всихання ялини у смузі ялинових лісів, то вони є однією із причин її ослаблення. Цьому, на нашу думку, сприяє зміна кліматичних умов, які за показниками метеостанції «Пожижевська» суттєво змінилися протягом останнього десятиліття. Це – значне збільшення сум температури періоду активної вегетації і теплої періоду (на 500-560°C в окремі роки); аномально сухий і теплий вегетаційний період останніх років; пришвидшене настання теплої періоду (в середньому на 10 днів) і періоду активної вегетації (в середньому на 17 днів); збільшення періоду активної вегетації до 100-130 днів за норми 84; значне зменшення потужності і тривалості залягання снігового покриву, перепади температур і ожеледі за нестійкого снігового покриву на початку зими та навесні. Все це сприяє пришвидженню онтогенезу *B. mucronatus* і вусачів, а відповідно і кращому функціонуванню біотичної системи стовбурових нематод.

У дереві ялини європейської віком 75 років із сухою верхівкою, яке відібрано у Головецькому л-ві ДП «Сколівське ЛГ» (серпень 2015 р., висота 860 м н.р.м.), у сухій верхині та на межі всихання стовбурових нематод не виявлено. У живій деревині перед галузженням їх чисельність становила 80-120 особин на пробу, а дещо нижче по стовбуру – 20-26 особин.

У Чорногірському ПНДВ Карпатського НПП відібрано два дерева ялини із всохлою верхівкою (серпень 2007 р., 920 м н.р.м.). У всохлих верхівках і на межі всихання виявлено бактеріофаги, нижче по стовбуру до зеленої частини дерева зафіксовано стовбурові нематоди у кількості 380-480 особин на пробу.

Ураження стовбуровими нематодами двох дерев ялини європейської на межі між зеленою та всохлою верхівкою відзначено також у Вигодському л-ві ДП «Вигодське ЛГ» у кількості 380-410 особин на пробу (серпень 2009 р., висота 1200 м н.р.м.).

Загалом, у всіх досліджених випадках всихання верхівки ялини європейської та сосни звичайної в Українських Карпатах і Поліссі виявлено стовбурові нематоди. Основне місце їх локалізації – жива деревина перед всохлою вершиною, значно рідше й у менших кількостях вони траплялися на початках всохлої частини верхівки, а в найбільш всохлій верхівці відзначено лише поодинокі особини. Зважаючи на те, що жодних інших патогенних організмів (гриби, комахи-ксилофаги тощо), які могли б зумовлювати всихання верхівки, не виявлено, то можна стверджувати, що всихання верхівки цих дерев спричинено стовбуровими нематодами, зокрема видом *Bursaphelenchus mucronatus*.

Результати досліджень сосни звичайної на Поліссі показали, що у 100% досліджених всохлих чи всихаючих дерев, не пошкоджених іншими патогенами, були виявлені стовбурові нематоди. Серед досліджених дев'яти дерев із всохлою верхівкою на території Житомирської та Волинської областей у всіх виявлено *Bursaphelenchus mucronatus*, причому зараження цих дерев відзначалося перед всохлою верхівкою, лише в повністю всохлому дереві (№ 1) відзначено зараження по всій верхній частині стовбура (табл.)

Таблиця

Чисельність стовбурових нематод *Bursaphelenchus mucronatus* у деревині (5 г тирси у природному стані вологості) сосни звичайної із всохлою верхівкою

№ дерева	Висота стовбура, м						
	12	14	16	18	20	22	22 (гілки)
Житомирська обл.							
№ 1	460	328	560	260	–	–	–
№ 2	–*	0	184	–	120	80	–
№ 3	0	0	6	12	120	200	–
Волинська обл.							
№ 1	0	0	0	4	164	–	–
№ 2	0	0	0	96	–	–	–
№ 3	0	0	0	0	58	4	–
№ 4	0	0	0	0	256	4	–
№ 5	–	–	–	0	80	0	–
№ 6	0	0	0	960	1200	880	1400

*) – проби деревини не відбирали

Дослідження наявності стовбурових нематод у всихаючих деревах проводили і на інших територіях. Так, у дереві сосни звичайної віком 95 років із сухою вершиною, яке відібрано у Свитязькому л-ві Шацького НПП (кв. 17, вид. 4, вересень 2015 р.), у стовбурі здорової частини крони стовбурових нематод не виявлено. На межі всихання чисельність нематод на пробу (10 г тирси) становила 15 тис. особин. Ближче до верхівки (відстань 40 см) стовбурових

нематод не виявлено, а ще через 40 см їх кількість становила 10 тис. на пробу. В інших двох зразках всохлої верхівки чисельність нематод становила 10-36 особин. Зважаючи на те, що на відстані одного метра є значне зараження стовбуровими нематодами нижньої і верхньої частини дерева, а посередині деревина незаражена, вважаємо, що відбулося подвійне зараження сосни стовбуровими нематодами. В обох випадках інтенсивність зараження була б достатньою для всихання верхівки сосни.

У Маневицькому л-ві ДП «Маневицьке ЛГ» (серпень 2014 р.) дослідження суховершинної сосни звичайної показало, що у зеленій частині крони до висоти 18 м зараження стовбуровою нематою деревини відсутнє. На межі всихання на висоті 18 м виявлено стовбурові нематоди і бактеріофаги у кількості 250 тис. особин на пробу (з них 80 тис. *Bursaphelenchus mucronatus*, з яких 95% представлені личинками 4-го віку, 5% статевозрілі особини), а вище у сухому стовбурі – лише бактеріофаги у такій же кількості. Тобто, закупорення стовбуровими нематодами трахеїд сосни призвело до їх всихання, а у відмерлій деревині створилися сприятливі умови для розвитку бактерій та нематод-бактеріофагів.

Окрім стовбурових нематод, у всохлих верхівках сосни у великій кількості розмножуються бактеріоїдні нематоди, які разом із бактеріями є першими агентами розкладання відмерлої деревини. Чисельність нематод-бактеріофагів нерідко у кілька разів перевищує чисельність стовбурових нематод.

Загалом наявна ситуація вказує на низку теоретичних і практичних проблем, які потрібно невідкладно вирішувати. З виробничого погляду, маємо ситуацію, коли в Українських Карпатах у межах мішаних букових лісів відбувається процес масового всихання смеречників, який набув катастрофічних масштабів і потребує негайного вжиття певних заходів. На практиці для ліквідації осередків всихання смереки застосовують суцільні рубки. Проте, це не вирішує кардинально проблему, оскільки природним шляхом смерека поновлюється знову, формуючи монодомінантні смеречники. Особливо наочно це видно у тих регіонах, де поблизу немає букових лісів. Тобто, штучно сформувавши похідні смерекові ліси на великих територіях поясу букових лісів, створили ситуацію, коли смерека хворіє і в 50-60 років всихає (не досявши віку рубки), разом із цим знову поновлюється, не маючи перспективи сформувати стиглі ліси.

В Українських Карпатах за останні десятиліття відбулося значне територіальне поширення стовбурових нематод, які у багатьох випадках є причиною всихання ялини європейської. Особливо небезпечна ситуація створилася у вторинних ялинових лісах, в яких на окремих територіях відзначено 100%-ну зараженість ялини видом *Bursaphelenchus mucronatus*.

У Поліссі процес всихання сосни від стовбурових нематод лише розпочався, хоча останніми роками відзначено значне збільшення площ всихання. Для його сповільнення та обмеження розповсюдження на більші території потрібно вилучати з лісових екосистем всохлі дерева, які заражені

стовбуровою нематою дерева, та ліквідувати осередки розмноження жуків-ксилофагів.

Зважаючи на те, що в Україні дотепер не з'ясовано величину збитків лісовому господарству від стовбурових нематод, які тут знаходяться у межах свого природного ареалу [8], доцільно: здійснити обстеження осередків всихання хвойних порід на ураження їх стовбуровими нематодами; встановити наявний видовий склад видів роду *Bursaphelenchus*; з'ясувати потенційний видовий склад жуків-переносників нематод; організувати моніторинг на лісових ділянках, уражених стовбуровими нематодами, з метою комплексного вивчення механізмів поширення цієї хвороби через ксилофагів; на локальному рівні державних управлінь лісового господарства організувати збір інформації щодо ураження хвойних дерев тваринними шкідниками; здійснити спеціалізовані науково-дослідні роботи для розроблення заходів з елімінування осередків всихання дерев хвойних порід, уражених тваринними організмами.

Висновки. Останніми роками відбувається інтенсивне територіальне поширення стовбурових нематод виду *Bursaphelenchus mucronatus* в Українських Карпатах і Поліссі, а також зараження ними хвойних порід. Особливо поширилися ці організми у монокультурах ялини, які сформовані у смузі мішаних букових лісів; почастишали вони також і в смузі природних ялинових лісів. Зважаючи на те, що здебільшого у всихаючих і всохлих деревах ялини європейської та сосни звичайної стовбурові нематоди були єдиними організмами, які можуть призводити до їх всихання, вважаємо, що вони є однією з причин всихання цих деревних видів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Arakawa Y., Togashi K. Presence of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* in the spermatheca *Monochamus alternatus* // *Nematology*. – 2004. – Vol. 6 (1). – P. 157-159.
2. Brucker G., Kalusche D. Boden und Umwelt. Bodenökologisches Practicum. – Heidelberg, Wiesbaden: Quelle & Meyer Verlag, 1990. – 260 s.
3. Jikumari S., Togashi K. Boarding abilities of *Bursaphelenchus mucronatus* and *B. xylophilus* (*Nematoda: Aphelenchoididae*) *Monochamus alternatus* (*Coleoptera: Cerambycidae*) // *Nematology*. – 2003. – Vol. 5 (6). – P. 843-849.
4. Mamiya Y. The pine wood nematode // Plant and insect nematodes. W.R. Nickle (Ed.). New York & Basel: Marcel Dekker, Inc., 1984. – P. 589-627.
5. Sousa E., Bravo M. A., Pires J. et al. *Bursaphelenchus xylophilus* (*Nematoda; Aphelenchoididae*) associated with *Monochamus galloprovincialis* (*Coleoptera; Cerambycidae*) in Portugal / *Nematology*. – 2001. – Vol. 3 (1). – P. 89 - 91.
6. Ерошенко А.С. Некоторые итоги изучения нематод лесов Дальнего Востока России // Материалы междунаро. конф., посв. 125-летию К.И. Скрябина,

60-летию основания лаб. гельминтологии АН СССР И-та паразитологии РАН «Основные достижения и перспективы развития паразитологии» [Москва, 14-16 апреля 2004]. – М., 2004. – С. 102-103.

7. Загайкевич И.К. Таксономия и экология усаечей: моногр. / Загайкевич И.К. – К.: Наук. думка, 1991. – 180 с.

8. Козловський М.П. Фітонематоди наземних екосистем Карпатського регіону: моногр. / Козловський М.П. – Львів: Манускрипт, 2009. – 316 с.

М.П. Козловский

СТВОЛОВАЯ НЕМАТОДА *BURSAPHELENCHUS MUCRONATUS* КАК ФАКТОР УСЫХАНИЯ ХВОЙНЫХ ДЕРЕВЬЕВ В КАРПАТАХ И ПОЛЕСЬЕ

Показано, что стволловая нематода *Bursaphelenchus mucronatus* предопределяет усыхание верхушек сосны обыкновенной на Полесье и ели европейской в Украинских Карпатах. Наибольшая численность нематод отмечена в стволе дерева перед участком усыхания. В древесине усохлых верхушек, кроме ствольных нематод, иногда в больших количествах размножаются бактериофаги, которые вместе с бактериями являются первыми агентами разложения отмершей древесины.

Проведенные исследования в условно первичных мешаных еловых лесах и искусственных насаждениях ели обыкновенной в Карпатах (территория Национального природного парка “Сколевские Бескиды”) показали, что у 50% усохлых деревьев был обнаружен *B. mucronatus*. Территориальное распространение ствольных нематод имеет определенные особенности, в частности, на территориях, где больше очагов усыхания ели, наблюдается и более частое заражение деревьев ствольными нематодами (от 10 до 100%).

В исследованных деревьях сосны обыкновенной с усохшей вершиной на Полесье в 100% особей обнаружены ствольные нематоды (за исключением усохших деревьев, пораженных опенком, в которых нематоды не обнаружены). Их численность составляла от 10 до 80 тыс. особей на пробу (5 г опилок в естественном состоянии влажности). Нередко встречается двойное заражение верхушки сосны ствольными нематодами, когда на расстоянии одного метра имеется значительное заражение, а посредине древесина незаражена, что указывает на сравнительно незначительное распространение этих особей по вертикали ствола дерева. В отдельных пробах зарегистрировано совместное заражение сосны обыкновенной ствольными нематодами и бактериофагами, общая численность которых составляла 250 тыс. особей на пробу.

Увеличение продолжительности теплого периода способствует более интенсивному развитию ствольных нематод в древесине хвойных пород. В естественных древостоях полосы еловых лесов на верх-

ней границе леса зарегистрирована более частая их встречаемость в мертвой древесине. Наличие на значительных площадях вторичных монодоминантных древостоев очагов усыхания ели европейской и сосны обыкновенной способствует улучшению функционирования биотической системы стволовых нематод, а соответственно и увеличению их вредоносности и усыханию деревьев.

Ключевые слова: стволовая нематода, *Bursaphelenchus mucronatus*, сосна обыкновенная, ель европейская, усыхание

M. Kozlovsky

**THE PINE WOOD NEMATODE
BURSAPHELENCHUS MUCRONATUS
AS THE PRIMARY CAUSE OF THE NEEDLE
TREES DRYING DISEASE IN CARPATHIANS
AND POLISSIA**

An actuality of the investigations upon pine wood nematodes is caused by considerable drying disease of the needle trees in Europe. It begins in 1999 in Portugal, where the mass drying of *Pinus pinaster* was caused by adventive pine wood nematode species *Bursaphelenchus xylophilus*. The vitality of parasitary biotic system with the pine wood nematodes is provided with the complex of conditions, such as presence of host tree; presence of transfer agents – the xylophagous insects, both with the nematodes; and their ability to full life cycle depending of the climatic conditions.

There is pine wood nematode *Bursaphelenchus mucronatus* already found in the dying fir (*Picea abies*) and pine (*Pinus sylvestris*) trees in Carpathians and Polissia regions of Ukraine. Its most probable transferring agents there are longicorn beetles (*Cerambycidae*) of the genus *Monochamus*: *M. galloprovincialis*, *M. saltuarius*, *M. sartor*, *M. sutor*. Another xylophagous beetles of *Cerambycidae*, *Buprestidae*, *Curculionidae* might be transferring agents too.

Our investigations based on the analysis of separate model trees show, that the pine wood nematode *B. mucronatus* is initial pest, which causes the drying disease of the tops of fir and pine trees in Carpathians and Polissia regions. There is the highest number of nematodes found within the wood trunk below area of the top drying. Sometimes there are bacteriphagous nematodes breeding in high number at the dead tops of

tree, in fact that they are initial agents of the dead wood destruction both with bacteria. Proceeding from the fact, that there were not other pathogenous organisms, such as fungi, xylophagous insects etc., which could caused the drying of the top of tree found, it is possible to maintain, that the drying disease of trees is initially processed by pine wood nematodes, especially *B. mucronatus*.

There is diverse pattern of distribution of the drying disease of fir and pine trees in Carpathians and Polissia regions. In Carpathians, *B. mucronatus* occurs mostly in the fir monocultures on the area of mixed beech forests. There were relatively little number of host plants and *Monochamus* longicorn beetles in primary mixed forests, but situation became worse with forming there secondary fir forests as well as expansion of localities of drying disease of the trees, which are becoming a sources of further invasion of the pests. This situation caused almost 100%-level of infection adult *Monochamus* beetles by *B. mucronatus*. Recently the disease areas have been spreading onto most high elevations to the areas of natural primary fir forests, nearly to the upper tree line. It seems that the expansion of the pine wood nematodes there associated with significant warming of climatic conditions in upper mountain areas during the last decade. There is registered considerable increasing of temperatures and prolongation of vegetation periods, as well as decrease of snow cover at the winter and other anomalous weather phenomena.

In the Polissia region the process of drying of the pine tree by invasion of pine wood nematode probably just begins. However, our results showed that there were 75% of drying trees infected by nematodes. Other trees were infected with parasitic fungi.

In general, the recent situation with invasion of pine wood nematode indicates the row of theoretical and applied problems of forest management. The process of mass disease of fir monocultures in the area of mixed forests in Carpathians became to catastrophic scale. It shows that traditional forestry methods, such as continuous and elective sanitary felling are useless for the solving of the problem. It needs more wide scale measures based on state government solutions. The forest management based on ecosystem principles has to be theoretical ground for it, because only this approach could provide preserving of ecological potential and forming the stable forest ecosystems.

Key words: pine wood nematode, *Bursaphelenchus mucronatus*, European fir, common pine, drying disease of trees