

ОЦІНКА ОСЕРЕДКІВ ВСИХАННЯ ЯЛИНИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ (*PICEA ABIES* (L.) KARST) З УРАХУВАННЯМ ЕДАФІЧНОЇ ТА БІОТИЧНОЇ СКЛАДОВИХ КОНСОРЦІЙНОГО ЯДРА

Т.В. Морозова, О.Г. Гуцуляк

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, кафедра екології та біомоніторингу,
e-mail: tetmoroz@rambler.ru*

Вивчали осередки всихання ялини європейської з врахуванням едафічної та біотичної складових консорційного ядра. Виявлено погіршення санітарного стану ялиників за рахунок активізації збудників корневих гнилей і стовбурних шкідників. Показано, що нетипові, за метеорологічними характеристиками, природні роки, є одним з вирішальних чинників різкого погіршення санітарного стану ялинових деревостанів Долишношепівського лісництва зокрема і Карпатського регіону загалом.

Ключові слова: всихання деревостанів, консорційне ядро, *Picea abies* (L.) Karst.

Morozova T.V., Huculak O.G. Evaluation centers of desiccation of *Picea abies* (L.) Karst taking into account edaphic and biotic components consortium core. *Studied cell shrinkage European spruce with regard to edaphic and biotic components konsortsiynoho nucleus. Revealed worsening health of spruce due to increased root pathogens and stem pests. Shown that atypical for meteorological characteristics, natural years, is one of the decisive factors drastic deterioration of sanitary conditions spruce stands Dolyshnoshepitskoho Forestry including in general the Carpathian region.*

Key words: drying stands, consortium core, *Picea abies* (L.) Karst.

Вступ

Останнім часом на території різних регіонів Карпат відбувається інтенсивне всихання *Picea abies* (L.) Karst.. Розвиток патологічних процесів набуває катастрофічного характеру – поширення збудників корневих гнилей досягло рівня епіфітотій, в уражених насадженнях формуються стійкі хронічні осередки масового розмноження короїдів та інших стовбурових шкідників. *P. abies* займає у сучасному лісовому покриві Українських Карпат понад 46% вкритої лісом площі. Вона має потужний лісовідновний потенціал, легко вирощується у розсадниках, добре приживається на лісосіках, швидко росте і характеризується великим попитом як деревина. Водночас вона є нестійкою до вітру, збудників корневих гнилей і до комах-фітофагів.

Матеріали і методи

Відбирали проби двох видів – з підстилкою та без підстилки. Проби поміщали у стерильні пакети і транспортували у лабораторію для проведення подальших досліджень. Дослідження проводили шляхом агрохімічного аналізу поверхневого шару ґрунту. Визначали рівень актуальної та обмінної кислотності, гігроскопічну вологість, вміст гумусу, рухомих форм важких металів. Дослідження особливостей поширення збудників захворювань і шкідливих комах у насадженнях проводили шляхом рекогносцирувального обстеження. Мікробіологічний аналіз проводили за методикою Сегі. Для визначення мікробного ценозу ґрунту використовували диференційно-діагностичні поживні середовища. Метеорологічні характеристики регіону, отримано на метеостанції Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Результати та обговорення

Загальна площа земель лісового фонду Чернівецької області складає 176318 га, з них 65229 га припадає на ліси I групи (37, 1%). Ліси, що виконують захисні функції у Чернівецькій області виділено на площі в 25802 га (14.6%). Структурно вони представлені протиерозійними лісами, захисними смугами вздовж залізниць, автомобільних доріг та байрачними лісами. Протиерозійні ліси виділені на площі у 16673 га (9.5 %). Їх створюють у вигляді смуг, куртин та масивів з метою запобігання розмиву, змиву та видування ґрунтів на берегах балок, ярів, річкових долин, стрімких гірських схилах, кам'янистих розсипах. Виділення протиерозійних лісів особливо актуальне для Чернівецької області, де більша частина лісів знаходиться в межах гірських територій Буковинських Карпат.

Ріст і розвиток деревостанів значною мірою залежать від кліматичних чинників. Аналіз метеорологічної характеристики дає змогу розглянути проблему всихання ялинових деревостанів

комплексно. Характерною особливістю кліматичних умов регіону є надмірне зволоження (600 – 1000 мм опадів на рік, у тому числі до 350 мм – холодного періоду). Глибина промерзання ґрунту сягає 22 см. Частина опадів випадає у вигляді злив високої інтенсивності, що призводить до змиву ґрунту, повеней. Проведений нами аналіз метеорологічних характеристик свідчить про нетиповість останніх років в Українських Карпатах, оскільки спостерігаються значні відхилення у метеопказниках порівняно з середніми багаторічними даними. Клімат території помірно континентальний з м'якою зимою і теплим літом. За цей період спостерігається підвищення середньорічної температури повітря від 9,44 °С до 9,68 °С (для Чернівецької області середньорічна температура повітря становить +7,9 °С). Зміна середньорічного показника температури залежить від температури в найхолодніший та найтепліший період року. Найнижча вона у січні (-4,9 °С), найвища – в липні (+18,7 °С). Як показали наші дослідження в останні роки спостерігається незначне підвищення максимальної температури, а саме – середня температура найжаркішого місяця 20,8 °С – 21,7 °С. Крім того, у 2010 році відмічено збільшення річної суми опадів – 999,5 мм. У середньому за рік на даній території випадає 660 мм атмосферних опадів, найменше – у жовтні та січні-лютому, найбільше – у червні-липні. Щороку у зимовий період утворюється сніговий покрив, проте його висота незначна. Найбільш нетиповими кліматичними показниками характеризуються 2009 та 2011 природні роки. Загалом характерним є підвищення середньої температури, зокрема за рахунок малої кількості днів з морозами. Мінімальні зафіксовані температури повітря є вищими за середні багаторічні дані. Мінімальна температура повітря на 2,7 °С вища за багаторічні дані. Разом з тим спостерігається велика кількість днів з відлигами. Для деревних порід, зокрема ялини європейської, такі зміни температури є несприятливими, оскільки вони призводять до зниження стійкості до дії різноманітних чинників, які спричиняють ушкодження.

З характеристики 2010 природного року видно, що він характеризується підвищенням середньої температури, значною кількістю опадів, великою кількістю днів із заморозками, які завдають значної шкоди рослинам, зокрема і деревним, особливо навесні. Порівняно тепла та коротка зима, прохолодна з частими опадами (46 днів) весна, довге тепле дощове літо (32 дні з опадами) та тепла, порівняно з меншою кількістю опадів, осінь – це умови, які є дуже сприятливими для розмноження і розвитку ентомошкідників деревних порід.

У гірських умовах на ступінь стійкості ялинових деревостанів безпосередній вплив мають орографічні особливості місць їх розташування. Зокрема, такими чинниками є висота н.р.м., експозиція та крутизна схилу. Ці фактори є визначальними для характеристики ступеня вітровалонебезпечності та вразливості насаджень патогенами і шкідниками [6; 11].

Формування мікроклімату лісової екосистеми сприяє накопиченню і більш ранньому встановленню плюсових температур. Особливим різноманіттям характеризується температурний режим на висоті 5 см від поверхні ґрунту. Як наслідок відзначаються зміни температури ґрунту. Ці зміни простягаються на значну глибину (до 150 см). Найбільші відхилення в температурі ґрунту відмічають у підстилці і верхньому шарі ґрунтів. Зміни стосуються й водно-фізичних властивостей ґрунту. Найбільше знижується некапілярна пористість ґрунту. Наслідком таких змін структури ґрунту є зміни його вологості. Нами проаналізовано реакцію ґрунтового розчину, оскільки вона дозволяє об'єктивно орієнтуватися в напрямках сучасних генетичних та біогеоценотичних процесів, які відбуваються у ґрунтах. Реакція ґрунтового розчину визначає умови життєдіяльності рослин та мікроорганізмів, має значний вплив на біотичні і хімічні процеси, визначає характер знаходження поживних речовин для рослин, впливає на закріплення гумусу, рухливості перегнійних рослин, колоїдних фракцій, мінеральних елементів. Крім того величина рН є фактором, який характеризує силу миттєвої дії кислот або лугів на ґрунт та рослини. Від його значення залежить надходження мінеральних компонентів в рослини у даний відрізок часу. Кислотність ґрунтів в природних умовах зазвичай виникає в ході ґрунтоутворюючого процесу. У цілому, для досліджених ґрунтів спостерігається слабо-кисла реакція ґрунтового розчину в шарі 5-10 см (рН водний = 4,9-5,0). Очевидної різниці між величиною актуальної та потенційної кислотності не виявлено. Обмінна кислотність в цілому нижча ніж актуальна, що є закономірним явищем. Крім того, не виявлено достовірної різниці у показниках кислотності ґрунтів під наметом сухого та живого дерева. Однак, слід відмітити, що наявна незначна різниця між гідролітичною кислотністю під сухим і живим ядром *P. abies*. Цей факт свідчить про утворення менш кислих продуктів мінералізації, що пов'язано із якістю опаду, та гальмуванням процесу підзолотворення. Подібні припущення підтверджуються і дослідженнями інших авторів [14; 15]. Величина показника обмінної кислотності змінена в бік зменшення відносно рН водного.

В підстилці одночасно відбуваються два протилежних процеси. З одного боку спостерігається поповнення за рахунок щорічного опаду, а з іншого – розкладання підстилки, пов'язане з біологічними процесами. Під живим деревом кількісно переважає другий, тобто відбувається накопичення запасів підстилки. Як наслідок цього запаси підстилки в 2 - 3 рази перевищують величину вихідного матеріалу – річного опаду фітоценозів. На швидкість розкладу підстилки здійснює вплив і фракційний склад вихідного матеріалу. Під сухим деревом процеси надходження опаду обмежуються лише відмерлими рештками трав'янистої рослинності та незначним об'ємом опаду вцілілого підросту. В підстилці таких екосистем переважають процеси розкладу. Окрім підстилки в процесі розкладу задіяні підземні відмерлі рештки

трав'янистих рослин та корені пнів, якщо останні не викорчувались. Серед процесів розкладання підстилки в ґрунтоутворенні вагомою є гуміфікація. Обсяг гумусонакопичення у ґрунтах визначає рівень їхньої родючості. Тому подальші наші дослідження стосувалися визначення вмісту гумусу у ґрунтах відібраних під сухим і живим деревом. Нами виявлено, що у ґрунті під живим деревом вміст гумусу в поверхневому шарі достовірно більший порівняно із ґрунтом під наметом сухого дерева. Дана відмінність може бути наслідком різної швидкості процесів гуміфікації і мінералізації через різну кількість хвойного опаду під сухим і живим деревом. Явище підвищення вмісту гумусу описане в літературі [Кіселівський], воно пояснюється тим, що посилюється притік тепла та вологи до поверхні підстилки, що сприяє її розкладенню та гуміфікації.

Отже за результатами наших досліджень не виявлено очевидної різниці у показниках кислотності ґрунтів під наметом сухого та живого дерева *Picea abies* (L.) H.Karst.. Однак, слід відмітити наявність незначної різниці між гідролітичною кислотністю під сухим і живим ядром *Picea abies* (L.) H.Karst.

Інтенсивність обміну речовин між лісом і ґрунтом значною мірою обумовлюється висотою місцевості. Так, зольність різко знижується з підвищенням висот зростання. Абсолютні величини змінюються залежно від кліматичних умов окремих років. Можна вважати, що чим більше випадає за вегетаційний період опадів, тим більше в хвої накопичується зольних речовин. Зміна вмісту золи, залежно від висоти, корелює із зменшенням накопичення всіх оксидів. На одних і тих самих гірських ґрунтах зольність істотно залежить і від експозиції схилів. На східному схилі вона значно менша, ніж на західному, що, ймовірно, пов'язано з відмінностями запасів вологи. Надходження окремих зольних елементів з опадом деревних порід підвищується із зниженням висот їх зростання. Деякі автори відмічають зменшення вмісту більшості оксидів в підстилках від літа до осені, що може вказувати на різну швидкість їх вимивання в ґрунти. Вимивання зольних речовин з підстилки посилюється з підвищенням висот зростання лісу [3]. Нами не встановлено істотної відмінності у кількісному вмісті зольних елементів у верхньому гумусовому горизонті ґрунту (0-10 см) і лісовій підстилці під сухими та живими деревами.

Природні компоненти (ґрунт, лісова підстилка, хвойні деревні породи) являють собою комплекс взаємозалежних, синхронізованих і територіально спряжених депонуючих явищ. Сформовані ґрунтово-геохімічні аномалії відображають багаторічний характер забруднення. Утворені геохімічні аномалії показують сучасні тенденції забруднення [10]. Найбільш чутливо реагує на несприятливий вплив навколишнього середовища рослинний організм [12; 16; 19]. Біогеохімічні аномалії дозволяють фіксувати навіть незначні зміни середовища, у той час як геохімічні аномалії в ґрунтах ще не встигли сформуватися [9]. Характер сполучення різних типів аномалій дозволяє судити про загальну спрямованість процесів забруднення, полегшує інтерпретацію зон забруднення і розробку основ природоохоронної політики. Саме тому, подальші наші дослідження стосувалися визначення рухомих форм деяких важких металів у поверхневому шарі ґрунтів та накопичення цих елементів у хвої живих та відмерлих дерев. Фактичні дані вмісту важких металів у ґрунтах та хвої під живим та мертвим консорційним ядром порівнювали з вмістом у фоновому аналозі. Виявлено перевищення фонового вмісту для феруму у 4 - 4,5 рази, для цинку та плюмбуму – у 1,4 рази. Однак, необхідно відмітити той факт, що у жодній точці дослідження нами не виявлено перевищення ГДК для відповідних елементів. Достовірної різниці за вмістом досліджених важких металів у ґрунті під живим та мертвим консорційним ядром не виявлено. КБП досліджених важких металів хвоею коливався в незначних межах, а саме: для феруму – 0,2-0,3, для цинку – 0,3 та для плюмбуму – 0,2.

Вищевказані нетипові й аномальні явища, зафіксовані протягом останніх років, у метеопказниках, на думку деяких авторів [17; 18] можуть сприяти збільшенню кількості генерацій ентомошкідників ялини, зокрема короїдів. Для індикації осередків всихання ялини за чисельністю короїда-типографа вибрані 5 ділянок похідних ялинників з різними мікрокліматичними характеристиками. Отримані дані засвідчують, що найбільшу кількість імаго короїда виявлено на більш прогрітій частині прогаліни. Найменшу щільність популяції шкідника відмічено на пунктах обліку з найменшою освітленістю і найбільшою відносною вологістю повітря. Наявність лялечок короїда-типографа, свідчить про утворення ним впродовж року кількох генерацій.

Кліматичні умови, що склалися останніми роками, були сприятливими для масового розвитку ентомошкідників. Внаслідок цього, на наш погляд, різко погіршився санітарний стан ялинових деревостанів. Багато деревостанів із суцільним всиханням ялини росте на висоті понад 1000 м н.р.м., що робить їх важкодоступними для вживання лісгосподарських заходів. Таким чином, надмірна щільність і недостатня кількість санітарних рубань робить такі деревостани малостійкими до шкідників [1; 5]. Короїди заселяють ослаблені, різноманітними чинниками, дерева, що і призводить до масових всихань деревостанів ялини. Масове розмноження типографа відбувається у період посух та після вітровалу, в насадженнях, ослаблених дією антропогенного чинника та іншими несприятливими чинниками. Подібні аномалії періодично повторюються у природі, при цьому в останні десятиліття вони повторюються частіше, що, можливо, пов'язано із загальною зміною клімату внаслідок антропогенного забруднення навколишнього середовища. Короїд-типограф є шкідником ялини, здатним нападати на дерева у стані тимчасового ослаблення, особливо в умовах високої чисельності популяції, і утворювати осередки масового

розмноження в ослаблених, але ще життєздатних насадженнях, і належить до групи фізіологічно активних шкідників. У випадку невчасного розроблення вітровалів насамперед після заселення повалених дерев короїд-типограф пошкоджує дерева, які формують стіну лісу на межі вітровалу. Наступне заселення ослаблених дерев відбувається вже на більшій відстані від вітровальної ділянки. Таким чином, за умови невчасного розроблення значних площ вітровалів, можливий розвиток пандемічного розмноження короїда-типографа. На жаль, у гірській місцевості ще не всюди добре розвинена мережа лісовозних доріг, що значно утруднює вживання лісгосподарських заходів щодо боротьби з вітровалами та подальшим масовим розмноженням короїда-типографа. Короїд-типограф є одним з найсерйозніших шкідників ялини в Євразії [15]. Діяльність цього шкідника настільки велика і значуща, що є однією з причин біогеоценотичного процесу [7]. З погляду цього процесу масове розмноження короїда-типографа і, зумовлене цим, всихання ялинових лісів є природним явищем, однією з основних форм сукцесійних процесів, що спостерігаються при природному розвитку лісових ялинових формацій і спрямованих на зміну поколінь цієї деревної породи [8]. З іншого боку, з погляду масштабу загибелі деревостанів, що відбувається при цьому, пандемічне всихання ялини можна порівняти до стихійних лих, запобігти якому неможливо; може йтися лише про скорочення або про часткове запобігання збитку [8].

Мікроорганізми відіграють значну роль в процесах ґрунтоутворення та створенні ефективної родючості. Інтенсивність і направленість мікробного метаболізму визначається специфікою функціонування мікробіоценозів. Відомо, що зростання чисельності споруотворюючих бактерій є ознакою несприятливих умов для мікробної популяції [13]. Поруч із процесами гуміфікації у підстилці відбувається ряд інших процесів за участі мікроорганізмів, оскільки в окремі періоди створюються сприятливі умови для розвитку амоніфікуючих, нітрифікуючих, денітрифікуючих бактерій, актиноміцетів і целюлозних мікроорганізмів. У поверхневому шарі ґрунту під живим і сухим деревом *P. abies* досліджували вміст бактерій і мікроміцет. Кількість споруотворюючих мікроорганізмів у ґрунті, який формується, у підніжжя гори достовірно перевищує їх кількість на вершині гори. На нашу думку, такий стан мікрофлори викликаний недостатнім вмістом поживних речовин у ґрунті, адже на вершині гори він мінімальний. Підтвердженням даного припущення є те, що кількість баціл під живими деревними породами на різних ділянках майже не відрізняється. Порівняння кількості споруотворюючих мікроорганізмів за ґрунтовими горизонтами показало, що в шарі ґрунту 0-2 см їх вміст менший, ніж на глибині 2-4см. Це можна пояснити тим, що умови у верхньому шарі ґрунту є більш комфортні завдяки підстилці та кращій аерації. Але порівняння перерозподілу баціл показало, що співвідношення чисельності мікроорганізмів відрізняється залежно від ядра консорції (сухе та живе ядро). Так за результатами наших досліджень встановлена достовірна відмінність за кількістю бактерій під сухими деревами смерики залежно від експозиції гори Магора. Максимальна кількість бактерій виявлена у ґрунті біля підніжжя гори (4 млн/г ґрунту). Натомість кількість бактерій під живим деревом змінювалася незначно.

Як відомо корені рослин виділяють органічні кислоти, смолисті речовини, що негативно впливають на розвиток мікроорганізмів. Корені сухого дерева є поживним субстратом для розвитку целюлозоруйнуючих бактерій, оскільки містять багато клітковини. Тому їх вміст буде більший під засохлим деревом ніж під живим. Особливо активні у розкладанні клітковини плісняві гриби та актиноміцети. Тому наступним етапом наших досліджень було вивчення кількості грибів під живим та мертвим консорційним ядром. Кількість грибів під сухим деревом достовірно більша порівняно із живим деревом у всіх без виключення досліджуваних точках.

Таким чином нами встановлена достовірна різниця за кількістю сапротрофних мікроорганізмів під сухим і живим деревом. Але вони не є першопричиною всихання *Picea abies* (L.) Н.Karst, оскільки живляться відмерлими рештками рослин. В цьому напрямку слід провести дослідження наявності фітопаразитів всихаючих дерев. Як було описано вище для вказаних місць росту дерев характерними є умови помірно континентального, м'якого, вологого клімату. Такі умови є також більш сприятливими для розвитку корневих патогенів ялини – підпеньки осінньої та кореневої губки у нехарактерних для їх розвитку типах лісорослинних умов та значно вищих висот н.р.м. [10]. Мікрокліматичні фактори істотно змінюються вглиб насадження і впливають на ріст колоній міцелію. Супроводжуване погіршенням стану дерев, зниження відносної повноти деревостану проходить в напрямку від стіни лісу. Зростання температури призводить до активнішого росту гриба як у ґрунті, так і на його поверхні. В той же час освітленість виступає як його інгібітор. Збільшення вологості ґрунту і повітря впливає позитивно на розвиток міцелію кореневої губки. Отже, метеоумови, що склалися, у комплексі з іншими чинниками і призвели, на нашу думку, до значного і різкого погіршення санітарного стану ялинових деревостанів.

Висновки

Достовірної різниці за фізико-хімічними параметрами едафотопів під живим та мертвим консорційним ядром не виявлено. Встановлена достовірна різниця за кількістю сапротрофних мікроорганізмів під сухим і живим деревом, але вони не є першопричиною всихання *Picea abies* (L.) Н.Karst, так як вони живляться відмерлими рештками рослин. Санітарний стан ялиників погіршився за рахунок активізації збудників корневих гнилей і стовбурових шкідників. Найбільш небезпечним

мікопатогеном ялини є коренева губка, а серед комах - короїд-типограф. Метеоумови, що склалися, у комплексі з іншими чинниками призвели до значного і різкого погіршення санітарного стану ялинових деревостанів.

Література

1. *Гаврусевич А.М.* Підвищення вітростійкості деревостанів у високогірному пасмі ялинових лісів Українських Карпат / *А.М. Гаврусевич, А.П. Іванюк, І.Ф. Калуцький* // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : НЛТУ України, 2007. – Вип. 17.7. – С. 52-55.
2. *Герушинський З.Ю.* Типологія лісів Українських Карпат / *З.Ю. Герушинський.* – Львів : Вид-во "Піраміда", 1996. – 208 с.
3. *Дідух Я.П.* Фітоіндикація гідротермічного та едафічного режимів лучних степів / *Я. П. Дідух, П. Г.Плюта* // Український ботанічний журнал. – 1990. – Т.47, № 5. – С. 41– 46.
4. *Дебринюк Ю.М.* Всихання смерекових лісів: причини та наслідки / *Ю.М. Дебринюк* // Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.16. – С. 32 - 38.
5. *Криницький Г.Т.* Система лісівничих заходів щодо ліквідації наслідків масового всихання ялиників у буково-ялицевих типах лісу / *Г. Т. Криницький, В. О. Крамарець* // Лісівництво і агролісомеліорація, 2009. – Вип. 115 С. 256-260.
6. *Криницький Г.Т.* Система лісівничих заходів щодо ліквідації наслідків масового всихання ялиників у буково-ялицевих типах лісу Карпат / *Г.Т. Криницький, В.О. Крамарець* // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків : Вид-во УкрНДЛГА, 2009. – Вип. 115. – С. 256-260.
7. *Линдеман Г.В.* Роль насекомых в динамике лесных растений / *Г.В. Линдеман* // Чтения памяти акад. В.Н. Сукачева. – М. : Изд-во "Наука", 1986. – С. 60-84.
8. *Маслов А.Д.* Усыхание еловых насаждений от короеда типографа и интеграция защитных мероприятий / *А.Д. Маслов* // Комплексные меры защиты ельников европейской части России по подавлению вспышки массового размножения короеда-типографа. – Пушкино, 2001. – С. 5-19.
9. *Москаленко Н.Н.* Биогеохимические особенности зеленых насаждений урбанизированных территорий / *Н.Н. Москаленко* : автореф. дис. на соискание учен. степени канд. геолого-минералогических наук; Москва, 1991. – 24 с.
10. *Ревич Б.А.* Биогеохимические методы при изучении окружающей среды / *Б.М. Ревич, С.А. Смирнова.* – М.: ИМГРЭ, 1989. – 156 с.
11. *Слободян П.Я.* Лісівничо-екологічні особливості формування осередків всихання *Picea abies* [L.] Karsten в Сколівських Бескидах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.03.03 – Лісознавство та лісівництво / *П.Я. Слободян.* – Львів, 2003. – 20 с.
12. *Сергейчик С.А.* Устойчивость древесных растений в техногенной среде / *С.А. Сергейчик.* – Минск, 1994. – 385 с.
13. *Трофимов С. С.* Особенности почвообразования в техногенных экосистемах / *С.С. Трофимов, С.А. Таранов* // Почвоведение. – 1987. – № 11. – С. 95 – 99.
14. *Федоров Н.И.* Причинно-следственные связи массового усыхания ельников Беларуси в 1993-1998 годы / *Н.И. Федоров, В.В. Сарнацкий* // Лес XXI века : тез. докл. межд. практ. конф. – Брянск 20-24 окт. 2005 г. – Брянск : Изд-во "БГТУ", 2005. – С. 58.
15. *Bakke Alf.* The recent *Ips typographus* outbreak in Norway – experiences from a control program / *A. Bakke* // *Holarctic ecology*, 1989. – 12. – P. 515-519.
16. *Heichel G.H.* Roadside coniferous windbreaks as sinks for vehicular emissions / *G.H. Heichel, L. Hankin* // *J. Air. Pollut. Control. Assoc.* – 1976. – V. 26, № 8. – P. 767 – 770.
17. *Kolk A.* Określenie stref zagrożeń lasów Polski przez czynniki biotyczne / *Kolk A., Lech P., Sierota Z.* – Warszawa : Biblioteka Monitoringu Środowiska, PIOŚ, 1996. – 136 s.
18. *Novotny J.* Biotické škodcovia lesov Slovenska / *Novotny J., Zubrik M. a kolektiv.* – Bratislava : Lesnícka sekcia Ministerstva pôdohospodárstva SR, 2000. – 208 s.
19. *Smith W.H.* Lead contamination of the roadside ecosystem / *W.H. Smith* // *Air. Pollut. Control. Assoc.* – 1976. – Vol. 26. – P. 753 – 766.

Стаття поступила до редакції 01.10.2012 р.; прийнята до друку 10.10.2012 р.