

Чайактуальніше

УДК 167.22:332.33:332.
64:631.461
© 2014

М.В. Патика,
доктор сільсько-
господарських наук
ННЦ «Інститут
землеробства НААН»

В.П. Патика,
академік НААН,
доктор
біологічних наук
Інститут
мікробіології і вірусології
ім. Д.К. Заболотного
НАНУ

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ БІОРІЗНОМАНІТНОСТІ І ЗМІНИ КЛІМАТУ

Проведено аналіз та показано, що мікроорганізми як основна складова біології агроєкосистем характеризуються великим різноманіттям і поширенням у природі, абсолютно всі з них відзначаються широким спектром функцій, зумовлених складними зв'язками і трофічними ланцюгами. Особливість взаємодії у природі мікроорганізмів між собою і рослинами має різні функціональні характеристики, що формують стійкі мікробні комплекси агроєкосистеми. Завдяки їх тісній взаємодії мікроорганізми часто використовуються як альтернатива добривам, гербіцидам і пестицидам. Для з'ясування значення та характеру досить складних зв'язків між мікроорганізмами і процесами модифікації середовища їх існування потрібні нові знання про мікробні системи і передусім про функції мікроорганізмів, зокрема в розрізі структури їх розподілу і текстури.

Ключові слова: мікробне різноманіття, біорізноманіття, функції мікроорганізмів, текстура мікроорганізмів, мікробний біом, зміни клімату.

Сприятливі для людини умови життя на Землі підтримуються завдяки безперервній роботі природних екосистем. Сучасні масштаби деградації живого покриву планети змушують поставити пріоритетну мету — безумовне збереження наявних природних систем та їх різноманітності. Термін біорізноманітність (різноманіття) означає «бути різним», а організація життя біологічної різноманітності базується передусім не на геномі, видах або екосистемах, а на різноманітності використання земних ресурсів за принципом розподілу праці, який випливає з історії еволюції життя на Землі.

У процесі еволюції з перших одноклітинних мікроорганізмів згодом утворилися багатоклітинні, які вже були втіленням принципу розподілу праці. З багатоклітинних організмів виник-

ли рослини, існування яких забезпечують мінеральні та органічні сполуки, вода і сонячна енергія. Рослини зв'язували цю енергію біохімічним та органічним способами відповідно до свого метаболізму й акумулювали у своїх тканинах. При цьому виникли дві різні біохімічні форми, які значно розширили різноманітність.

Перша — трав'янисто-злакова і пролонгована — деревинна. Деревина можуть утворюватися тільки з другої біохімічної форми. На наступному етапі еволюції з'явилися організми, які здатні забезпечити себе їжею лише споживаючи рослини або їхні частини з акумульованою в них енергією.

Друга — це тварини, які харчуються частково рослинами, а частково іншими тваринами, що в хімічному плані більш ефективно.

Принцип конкуренції був розширений ще й завдяки способам поведінки — захопленню здобичі, полюванню або переслідуванню. До цієї групи належить і людина зі своєю біологічною частиною сутності. Незважаючи на ці еволюційні кроки у створенні різноманітності, мікроорганізми, від яких почала розвиватися еволюція всього живого, зберегли свою первинну життєутворювальну роль [1–9, 11, 13, 14].

Мікробна різноманітність. Сукупність біологічної маси мікроорганізмів (біом і метагеном), особливо ґрунту, оскільки в ньому зосереджено 95% усього пулу мікроорганізмів, майже така сама, як і багатоклітинних організмів. Від життєвої активності мікроорганізмів залежать усі вищі живі істоти, як у позитивному, так і негативному розумінні.

Залежно від типу ґрунту та його культурного стану різниця виявляється у значних коливаннях чисельності та структурі ґрунтових мікроорганізмів. Найбільша різноманітність ґрунтових мікроорганізмів спостерігається в чорноземах та окремих підтипах каштанових ґрунтів. Високою чисельністю мікроорганізмів характеризуються також сіроземні ґрунти. З півночі на південь у ґрунтах відбуваються зміни та перерозподіл мікробного метагеному, зокрема збільшення представленості та домінування окремих видів. Мікробіота активно функціонує і формує переважно верхній горизонт ґрунтів, беручи участь в утворенні гумусового шару, де зосереджено найбільший запас органічних форм поживних елементів, тобто родючість ґрунтів і ґрунтові мікроорганізми тісно взаємопов'язані [6, 9, 13].

У ризосфері функціонує велика кількість мікроскопічних організмів, зокрема бактерії, мікроміцети, найпростіші і водорості. Найбільш поширеними є бактерії. Рослини за рахунок органічних сполук кореневих виділень (ексудатів) вибірково на рівні молекулярних сигналів залучають корисні для них бактерії, створюючи дуже низьке різноманіття середовища.

Мікроорганізми, зокрема й корисні мікроорганізми ризосфери рослин (*КМПП*) (рисунок) на різних рівнях організації перебувають у тісній взаємодії з рослинами переважно через їхнє коріння (ризосферу). До різноманітності ризосферної мікробіоти належать різні за функціями мікроорганізми, зокрема ризобактерії, що стимулюють ріст і розвиток рослин. Вони завдяки різним механізмам взаємодії (молекулярний сигналінг, біоінформатика та ін.) є взаємовигідними для рослин: зокрема через оптимі-

зацію надходження поживних речовин у рослини, антагонізм до інших мікроорганізмів, особливо патогенних, синтез регуляторів росту або посилення вторинних метаболічних шляхів, які безпосередньо пов'язані з підвищенням стресостійкості рослин. У багатьох видів рослин ці вторинні метаболіти є корисними для здоров'я людини [6–9].

Різноманітність *КМПП* представлено різними філами бактерій: *Allorhizobium*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Aquaspirillum*, *Azorhizobium*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Bradyrhizobium*, *Desulfovibrio*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Mesorhizobium*, *Methanobacterium*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, *Spirillum* тощо. Умовою позитивного ефекту *КМПП* на фоні їх більшої різноманітності є використання різних механізмів, які поділяються на прямі і непрямі. Хоча різниця між ними не завжди очевидна, непрямі, як правило, це ті, що відбуваються за межами рослин, тоді як прямі відбуваються в межах рослин і безпосередньо впливають на їхній обмін речовин.

Використання різноманітності і функцій *КМПП* в аграрному виробництві є одним з найважливіших біотехнологічних прийомів, який може ефективно застосовуватися для відновлення деградованих екосистем. Біотехнологія *КМПП* може використовуватися для широкого спектра цілей, які передбачають виробництво біодобрив, біоіндикацію та біоконтроль, індукцію системного захисту та еліситору вторинних метаболічних шляхів, виробництво продуктів харчування та фармакології, що, зрештою, економічно вигідно [11, 14].

Понад 95% прокариотних мікроорганізмів різних ґрунтів потребує комплексної оцінки та визначення впливу різних екологічних умов, так само, як і весь пул їхніх генів і генних продуктів, оскільки на фоні невідомих видів їхні функції абсолютно не з'ясовані.

Функціональна екологічна мікробіологія — величезне джерело відкриття нових життєвих форм, нових біохімічних реакцій і шляхів, а й непередбачуваних механізмів регуляції генів. Для з'ясування значення і характеру досить складних зв'язків між мікроорганізмами і процесами модифікації середовища їх існування потрібні нові знання про мікробні системи і передусім про функції мікроорганізмів, зокрема в розрізі структури їх розподілу і текстури [6–9, 11, 13].

Текстура мікробних угруповань — новий науковий термін, сформований у процесі на-

ших багаторічних фундаментальних і прикладних досліджень і запропонований для визначення закономірності розподілу живих об'єктів у ґрунті чи будь-якому іншому об'єкті (підходить як для окремого виду, так і загалом ґрунту, а також окремих його агрегатів). Оскільки ґрунт характеризується гетерогенністю місць проживання мікроорганізмів, високою мікробіологічною активністю їх розвитку, то у дослідженні діяльності прокаріотних форм слід особливу увагу приділяти і їхнім функціональним властивостям [10, 12].

Цілеспрямоване вивчення ролі елементарних частинок та агрегатів, окремих груп, а також біому і метагеному ґрунтових мікроорганізмів загалом важливе не лише для розуміння основних функціональних особливостей ґрунтів. Отримані знання можуть бути використані для вирішення практичних питань відновлення антропогенно-порушених екосистем, розгляду важливих цільових груп ґрунтової мікрофлори, що діють у функціональних сферах (наприклад, консорціум мікроорганізмів гетеротрофної та целюлозолітичної спрямованості і можливість управління їхнім видовим складом, щоб вплинути на формування метаболічних зв'язків та відновлення стійкого рослинного покриву). Функціональні властивості значно чутливіші до впливу несприятливих факторів, ніж чисельність і структура мікробних угруповань. Виявлення принципових закономірностей впливу умов середовища на метаболізм мікроорганізмів є науковою основою для розробки нових біотехнологій в аграрному виробництві, відкриває широкі можливості для спрямованого синтезу клітинних макромолекул та отримання цільових продуктів мікробного процесу. Слід зазначити, що екологічні функції мікробних угруповань настільки важливі й унікальні, що будь-які їх зміни позначаються на екосистемі загалом.

Мікроорганізми пулу біогеоценозу відіграють головну функціональну роль у кругообігу речовин, складовими елементами якого є трансформація органічних решток з їх подальшою мінералізацією або іммобілізацією, замикаючи таким чином біологічні цикли екосистем. Усе різноманіття органічної речовини складається з целюлози і являє собою полісахарид, що з-поміж -1,4-зв'язаних молекул глюкози і є основним складовим структурним компонентом клітинних стінок рослин. Внаслідок мікробіологічної діяльності, зазнаючи в ґрунті біологічного розкладання та окиснення — гуміфікації, цей

полісахарид перетворюється на єдину, досить стабільну хімічну субстанцію ґрунтового субстрату — гумусові речовини. Процес синтезу та накопичення гумусу відбувається в результаті повторюваної довгострокової різноманітної поетапної зміни в метагеномі домінуючих мікробних філотипів ґрунту на фоні взаємодії з періодично змінюваним рослинним покривом. В аграрному виробництві важливу роль відіграє природна ґрунтова родючість, основу якої становлять гумусові речовини, формування і накопичення їх залежить від структури, різноманітності та активності ґрунтової мікробіоти [7, 8, 11, 14].

Вплив зміни клімату на біорізноманіття. Масове порушення і навіть знищення природних систем підриває видову різноманітність — ключову умову сталості біосфери [3]. Внаслідок циклічних змін клімату з'являється серйозна загроза біорізноманітності [15–17]. Неістотні зміни клімату сумісні зі стійкістю екосистем і їхніми функціями, проте їх швидкі зміни негативно позначаються на біорізноманітності. Очікується, що нинішній цикл зміни клімату в майбутньому призведе до зменшення біорізноманіття [18]. Багато видів не зможуть адаптуватися до умов життя, що зазнають швидких змін [19]. Отже, їм загрожуватиме зникнення. Збільшення кількості емісії атмосферного CO₂ впродовж наступного століття, за прогнозами, стане одним з основних факторів, які призведуть до глобальних втрат біорізноманітності [20]. Середня температура за останнє десятиліття збільшилася на понад 0,2°C, так само кількість опадів протягом останніх 100 років у середньому збільшилася на 2% [21]. Крім того, зміни клімату просторово є різними. Екосистеми лісів піддаються значно більшим змінам. Так само відбуваються зміни середніх температур, опадів, рівня моря, збільшення антропогенного навантаження, що також пов'язано зі збільшенням частоти та інтенсивності екстремальних явищ, які впливають на біорізноманітність [22, 23].

Зміна клімату вже призвела до зникнення деяких біологічних видів [7]. Значний спектр видової різноманітності поширився в напрямку полюсів та у вертикальному напрямку, і ця тенденція триватиме [15, 24]. Домінуючі види поширюються, перерозподіляються в еконішах і займають не властиві їм біотопи, витісняючи аборигенні види. Фенологічні зміни в популяціях, зокрема зсув циклів розмноження або затримки періодів росту, впливає на видову взаємодію [25]. Фенологічні порушення у квіткових

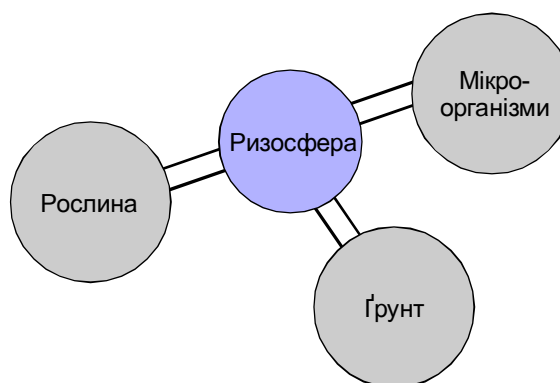
рослин є несумісними з циклами їх запилювачів. Це призводить до зникнення рослин і запилювачів та негативних наслідків, а також до змін структури мутуалістичних мереж [24].

Кілька компонентів зміни клімату, зокрема температура, опади, концентрація CO₂, динаміка світового океану, впливають на всі рівні біорізноманітності: гени, види, а також середовище їх існування [26]. На базовому рівні біологічної різноманітності циклічні зміни клімату здатні знизити генетичну різноманітність популяцій через зміни напрямку відбору, генетичного дрейфу, диференціації популяцій та їх швидкої міграції [27, 28]. Як наслідок, знижується адаптація до нових умов навколишнього середовища, а ризик вимирання зростає. Крім того, зміна взаємодії видів безпосередньо впливає на функціонування і гомеостаз екосистеми [29–31].

На більш високому рівні організації біорізноманітності зміни клімату зумовлюють зміни в рослинних та мікробних угрупованнях, що більше впливатиме на цілісність біому загалом. Оцінка змін в екосистемах за тисячоліття свідчить, що їх зазнало близько 5–20% екосистем Землі.

Особливе занепокоєння викликають питання порогів стійкості екосистем, що зумовлюють незворотні зміни у біомах. Такі порogi можливі через екологічне розуміння параметра стійкості або зміни екологічних факторів як альтернативних станів екосистем. Потенціал гістерезису свідчить, що угруповання та екосистеми можуть бути в таких конфігураціях, після зміни яких вони погано відновлюються [27, 28]. Зокрема, є досвід наслідків від вторгнення екзотичних і штучно інтродукованих видів [29] та небажаних змін рослинності в наземних екосистемах [30]. Після того, як екосистема входить в зону небезпеки, одна її частина перебуває в небезпеці перевищення порогового значення, друга — в іншому стані. Заходи з підвищення стійкості екосистем, тобто збереження біорізноманітності, мають вирішальне значення.

Сучасними дослідженнями доведено, що підвищення концентрації CO₂ в атмосфері і зміна клімату можуть призвести до великих змін біорізноманітності. Особливо в південних регіонах [31] підвищення температури на 2°C характеризується як критичне (Міжурядова група експертів зі змін клімату (МГЕЗК)). У подальшому зміни стають самовідтворювальними, так званими змінами позитивного зворотного зв'язку, наприклад, знищення лісів може вплинути



Біотехнологія ризосфери рослин

на кількість опадів, що призведе до збільшення пожеж, висушування території і, зрештою — до знищення екосистеми регіону. Внаслідок запізнення розвитку біологічних і фізичних систем ці зміни стануть незворотними впродовж наступних кількох століть [27], призводячи до значних негативних наслідків для екології. Біорізноманітність — основний фундамент забезпечення екосистемних функцій та умов для життя людини, втрати, викликані змінами клімату, призводитимуть до зміни функцій і зменшення середовища проживання самої людини. Зниження екосистемних можливостей можна чекати від усіх типів землекористування: сільського господарства, лісового господарства, рибальства, інфраструктури, міських агломерацій і туризму. Крім комплексних заходів збереження біорізноманітності, є також штучні, зокрема контроль за міграцією видів або збереженням їх у місцях проживання.

Зростання змін клімату так само очікується за використання різних видів людської діяльності (тобто трансформації лісових насаджень в землі сільськогосподарського призначення, створення, зростання і розширення поселень), чинитиметься тиск на біорізноманітність, що приведе до серйозних змін, викликаних глобальними змінами клімату [15]. Прогнозовані темпи зміни клімату порівняно з минулими роками зростають. Генетична адаптація більшості населення до нових кліматичних умов на місці малоімовірна, на цьому фоні можлива міграція для багатьох видів зростатиме [14, 22].

Отже, природні екосистеми та створені штучні агроекосистеми можна й треба розглядати і враховувати як запаси природного фонду, що генерує потоки проміжних і кінцевих товарів та послуг екосистем і який потрібно буде регулювати для усунення негативних наслідків та шкідливого впливу зазначених вище причин.

Запаси природного фонду — це поновлювані (передусім за рахунок рослин і мікроорганізмів) і непоновлювані ресурси, наприклад біотичні, геологічні, води, атмосфера, земельні ресурси. Екосистемні потоки класифікуються за оцінками екосистем на порозі тисячоліття [33]: гомеостаз (кругообіг поживних речовин, первинне відтворення), регулювання (пом'якшення на-

слідків стихій, підвищення якості води), виділення ресурсів (продовольство). Запаси і потоки тісно пов'язані між собою. Збіднення запасів ставить під загрозу майбутні виходи потоків. Якщо немає адекватних змін, заміни, це впливає на життєздатність основних природних фондів [32] і, як наслідок, створює кризу в глобальному масштабі.

Бібліографія

1. Андрюк К.И., Валагурова Е.В. Основы экологии почвенных микроорганизмов. — К.: Наук. думка, 1992. — 224 с.
2. Андрюк К.И., Іутинська Г.О., Антипчук А.Ф., Валагурова В.О., Пономаренко С.П. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження. — К.: Обереги, 2001. — 240 с.
3. Бродский А.К. Введение в проблемы биоразнообразия. — СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 2002. — 144 с.
4. Коць С.Я., Моргу́н В.В., Паты́ка В.Ф., Даценко В.К., Кругова Е.Д., Кириченко Е.В., Мельникова Н.Н., Михалкив Л.М. Биологическая фиксация азота: бобово-ризобияльный симбиоз: [моногр.: в 4-х т.]. — Т. 1. — К.: Логос, 2010. — 508 с.
5. Коць С.Я., Моргу́н В.В., Паты́ка В.Ф., Маличенко С.М., Маменко П.Н., Киризий Д.А., Михалкив Л.М., Береговец С.К., Мельникова Н.Н. Биологическая фиксация азота: бобово-ризобияльный симбиоз: [моногр.: в 4-х т.]. — Т. 2. — К.: Логос, 2011. — 523 с.
6. Круглов Ю.В., Умаров М.М., Мазиров М.А., Хохлов Н.Ф., Паты́ка Н.В., Думова В.А., Андронов Е.Е., Костина Н.В., Голиченков М.В. Изменение агрофизических свойств и микробиологических процессов дерново-подзолистой почвы в экстремальных условиях высокой температуры и засухи//Известия ТСХА. — 2012. — Вып. 3. — С. 79–87.
7. Кудеярова Е.И. Разнообразие микробных сообществ при различных антропогенных нагрузках. — Молдова, Кишинев: Высш. шк., 1999. — 273 с.
8. Паты́ка Н.В. Структура микробного комплекса чернозема типичного в агроценозе пшеницы озимой при различных системах земледелия//http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/march-2013 MODERN DIRECTIONS OF THEORETICAL AND APPLIED RESEARCHES '2013
9. Паты́ка Н.В., Танчик С.П., Колодяжний О.Ю., Іванюк Н.Ф., Круглов Ю.В., Паты́ка Т.И. Формирование биоразнообразия и филотипичной структуры эубактериального комплекса чернозема типичного при выращивании пшеницы озимой//Доклады Нац. акад. наук Украины. — 2012. — № 11. — С. 163–171.
10. Паты́ка Н.В., Круглов Ю.В., Шеин Е.В. Прокариотические микроорганизмы почвы: структура и функциональное разнообразие//XIII з'їзд товариства мікробіологів України (Ялта, 1–6 жовтня 2013 р.): Матер. тез. — Ялта, 2013. — С. 46.
11. Паты́ка В.П., Тихонович І.А., Філіп'єв І.Д., Гамаюнова В.В., Андрусенко І.І. Мікроорганізми і альтернативне землеробство; за ред. В.П. Патики. — К.: Урожай, 1993. — 176 с.
12. Паты́ка В.Ф., Паты́ка Н.В. Современные проблемы биоразнообразия//Корми і кормовиробництво. — 2013. — № 76. — С. 101–109.
13. Хохлов Н.Ф., Мазиров М.А., Паты́ка Н.В., Круглов Ю.В. Длительный полевой опыт 1912–2012. Разд. 3 (п. 3.5. Микробиологические исследования) //Краткие итоги научных исследований «Длительный полевой опыт 1912–2012». — М.: изд-во РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева. — С. 16–26.
14. Шапиро Я.С. Агроэкосистемы. Учеб. пособие. — СПб.: ЭЛБИ–СПб., 2005. — 264 с.
15. Beisner B. E. Alternative stable states in ecology// B. E. Beisner, D. T. Haydon, K. Cuddington//Front. Ecol. Environ. — 2003. — № 7. — P. 376–382.
16. Impact of climate change on the future of biodiversity/[C. Bellard, C. Berstelsmeier, P. Leadley и др.] //Ecol. Lett. — 2012. — № 15. — P. 365–377.
17. Forecasting the effects of global warming on biodiversity/[Botkin D., B., Saxe H., Araujo M.B. et al.]//Bioscience. — 2007. — № 57. — P. 227–236.
18. Impacts of past habitat loss and future climate change on the range dynamics of south African Proteaceae/[Cabral J., J., Jeltsch F., Thuiller W. et al.]//Divers. Distrib. — 2012, doi: 10.1111/ddi.12011.
19. Biodiversity loss and its impact on humanity/[Cardinale B., Duffy E., Gonzales A. et al.]//Nature. — 2012. — V. 486. — P. 59–67.
20. Dublin H.T. Elephants and fire as causes of multiple stable states in the Serengeti-Mara woodlands//Dublin H.T., Sinclair A., McGlade J.//J. Anim. Ecol. — 1990. — V. 59. — P. 1147–1164.
21. Eriksson O. Landscape Fragmentation and the Viability of Plant Populations. In Integrating Ecology and Evolution in a Spatial Context; Silvertown, J., Antonovics, J., Eds./O. Eriksson, J. Ehrlén//Blackwell Publishing: Oxford, UK, 2001. P. 157–175.
22. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Climate Change 2007—The Physical Science Basis//Cambridge University Press. — Cambridge, UK, 2007.
23. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change//Cambridge University Press. — Cambridge, UK, 2012.

24. Heller N.E Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations/[N. E., Heller, E.S., Zavaleta//Biol. Conserv. — 2009. — V. 142. — P. 14–32.

25. Hirota M. Global resilience of tropical forest and savanna to critical transitions/[Hirota M., Holmgren M. van Nes E.H., Scheffer M.//Science. — 2011. — V. 334. — P. 232–235.

26. Additive threats from pathogens, climate and land-use change for global amphibian diversity/[Hof C., Araujo M.B., Jetz, W., Rahbeck C.//Nature. — 2011. — V. 480. — P. 516–519.

27. Kappelle M. Effect of climate change on biodiversity: A review and identification of key research issues/[Kappelle M., van Vuuren M.I, Baas P.//Biodivers. Conserv. — 1999. — V. 8. — P. 1383–1397.

28. Predicting extinction risks under climate change: Coupling stochastic population models with dynamic bioclimatic habitat models/[Keith D.A., Akçakaya H.R., Thuiller W., Midgley G.F. et al.//Biol. Lett. — 2008. — V. 4. — P. 560–563.

29. Conservatoire et Jardins Botaniques de Geneve, Chambes, Switzerland/[Koulibaly A., Goetze D., Traore D., Porembski S.//Candollea. — 2006. — V. 61. — P. 425–452.

30. Leadley P., Pereira H.M., Alkernade R. et al. Biodiversity Scenarios: Projections of 21st Century Change in Biodiversity and Associated Ecosystem Services; Technical series no. 50; Secretariat of the Convention on Biological Diversity: Montreal, PQ, Canada, 2010. — 132 p.

31. Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity hotspots/[Malcolm J.R., Liu C.R., Neilson R.P. et al.//Conserv. Biol. — 2006. — V. 20. — P. 538–548.

32. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis//Island Press: Washington, DC, USA, 2005. — 155 p.

33. Smith M.S. Current Opinion in Environmental Sustainability. Editorial overview: Sustainability challenges/[Smith M.S., Mbow C.//Agroforestry from the past into the future. February 2014. — V. 6. — P. 134–137.

Надійшла 13.03.2014.