

ЛІСОВІ КУЛЬТУРФІТОЦЕНОЗИ ЯК ПРИРОДООХОРОННИЙ ЧИННИК ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ КРИВОРІЗЬКОГО ГІРНИЧО- МЕТАЛУРГІЙНОГО РЕГІОНУ

М. О. КВІТКО*,

Криворізький державний педагогічний університет

E-mail: kvitko.max@gmail.com

ORCID: 0000-0002-3713-7620

В. М. САВОСЬКО, кандидат біологічних наук,

доцент кафедри ботаніки та екології

E-mail: savosko1970@gmail.com

ORCID: 0000-0002-6943-1111

Ю. В. ЛИХОЛАТ, доктор біологічних наук, професор,

завідувач кафедри фізіології та інтродукції рослин

Дніпровський національний університет ім. Олеса Гончара

E-mail: lykholat2006@ukr.net

ORCID: 0000-0003-3354-8251

І. П. ГРИГОРІЙК, доктор біологічних наук, професор,

*член-кореспондент НАН України, професор кафедри фізіології, біохімії
рослин та біоенергетики*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: grigoryik@ukr.net

ORCID: 0000-0002-1706-9077

Анотація. Радіологічно, екологічно та біологічно безпечна грибна сировина є необхідною для виготовлення екологічно якісних біоорганічних стимуляторів росту та розвитку рослин та багатьох інших продуктів. Тому ми досліджували щільність популяції *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) P. Karst., *Agaricus bisporus* (J.E.Lange) Imbach, *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P.Kumm, *Armillariella mellea* (Vah1. ex Fr.) Karst., які часто використовуються для створення стимуляторів росту рослин, у їхніх біотопах за умов радіоактивного забруднення та ураження патогенами.

Дослідження проводилось у шести біогеоценозах: Шацький національний природний парк (Волинська область, Україна), Регіональний ландшафтний парк «Ізмаїльські острови» (Одеська область, Україна), околиці смт Корнин (Житомирська область, Україна), околиці села Королівка (Житомирська область, Україна), околиці села Лисівка (Житомирська область, Україна), околиці міста Вишгород (Київська область, Україна). Патогени були ідентифіковані стандартними мікологічними, бактеріологічними та вірусологічними методами. Щільність забруднення ґрунту радіоцезієм, як параметр радіоактивного забруднення, визначалася спектрофотометричним методом.

Найвища щільність популяції *Ganoderma lucidum* була в регіональному ландшафтному парку «Ізмаїльські острови». У цьому біогеоценозі *G. lucidum* майже неуражувався патогенами, а щільність забруднення радіоцезієм ґрунту становила 18,5 кБк / м². *Agaricus bisporus* та *Armillariella mellea* росли в біотопах із високою щільністю забруднення ґрунту радіоцезієм. Наприклад, у лісових екосистемах навколо міста Вишгород, де середня щільність забруднення ґрунту радіоцезієм становила 111,0 кБк / м², щільність популяції *A. mellea* становила 0,39 плодівих тіл на м². Заразом 15% *A. mellea* в цьому біогеоценозі уражувалися різними патогенами. Отже, використанню дикорослих грибів як сировини повинно передувати їхнє тестуванням на біологічне та радіологічне забруднення.

Ключові слова: лісові культурфітоценози, екологічна безпека, дендрометричні показники, лісистість, Криворіжжя.

Актуальність.

На початок ХХІ століття більшість промислових регіонів світу та України відзначаються вагомими обсягами викидів / скидів поллютантів у довкілля. На їх теренах рівні забруднення атмосферного повітря поверхневих / ґрунтових вод й ґрунтів сягають критичних значень [2, 5, 14, 21]. Окрім того, у цих регіонах на значних площах відбувається повна руйнація ґрунтового покриву та формування антропогенного мезорельєфу [3, 28, 31]. У результаті значно погіршуються умови життєдіяльності людини [15, 16, 20]. У зв'язку з цим, надважливо розробити і впровадити систему ЕБ у промислових регіонах, зокрема в Криворізькому гірничо-металургійному регіоні.

Нині, надзвичайно актуальні проблеми стану довкілля для м. Кривий Ріг і прилеглих територій, де функціонують п'ять великих гірничо-збагачувальних комбінатів, зокрема металургійний, коксохімічний, гірничо-цегловий, суриковий та рудо-ремонтний заводи. За даними численних досліджень, у регіоні сумарні викиди у атмосферне повітря забруднювачів становить понад 10 % від валових в Україні [3, 13], що спричинює швидке зростання показників смертності, поширення серед дорослих і дітей бронхо-легеневої патології та погіршення репродуктивних можливостей [19, 33]. Усе це актуалізує дослідження з ЕБ у Криворізькому гірничо-металургійному регіоні.

За останні часи проблема ЕБ промислових регіонів України регулярно

була темою численних наукових публікацій [4, 9, 10, 12, 40, 41]. Проте, у більшості випадків увага науковців була зосереджена суто на технічних та організаційних аспектах цієї проблеми. Найчастіше наголос акцентувався на попередженні надзвичайних природно-техногенних ситуацій [40, 41]. Водночас, поза увагою дослідників фактично залишилися стратегічні аспекти ЕБ промислових регіонів, які мають бути спрямовані на повноцінне забезпечення комфортних і безпечних умов життя мешканців усього промислового регіону впродовж тривалого часу.

Мета роботи – з позицій екосистемного підходу проаналізувати лісові культурфітоценози як перспективний чинник екологічної безпеки Криворізького гірничо-металургійного регіону.

Матеріал і методи дослідження.

Матеріалами роботи слугували багаторічні результати власних досліджень, а також наукові публікації з ЕБ промислових регіонів.

Упродовж 2013-2019 рр. нами були досліджені природні і штучно створені лісові фітоценози Криворіжжя, які розташовані в контрастних екологічних умовах та репрезентують основні різновиди деревних насаджень. Зокрема, це фітоценози Гурівського лісу (умовний контроль), об'єкти садово-паркового господарства і санітарні / водні / міські лісозахисні урочища.

У наявних лісових фітоценозах на 34 моніторингових ділянках за класичними методиками [1, 7, 39] вивчали флористичний склад, вертикальну структуру, дендрометричні показники та життєвість деревостану. У камеральних умовах уточнювали

флористичний склад, а також розраховували показники запасу стовбурної деревини, суми площ поперечного перерізу та відносного життєвого стану деревних рослин.

Результати дослідження та їхнє обговорення.

Екологічна безпека: сучасні дефініції та типологія. Серед досягнень наукової думки останніх років є поняття ЕБ. Незважаючи на численні наукові публікації і проведення наукових конференцій, досі продовжуються дискусії з приводу загально-визнаної дефініції цього поняття та його класифікації.

Більшість експертів вважають, що ЕБ – це новий напрямок в екологічній та природоохоронній галузі, нова навчальна дисципліна, місією якої є формування новітніх підходів до оцінювання / прогнозування стану довкілля, а також виявлення чинників, які спричиняють порушення безпечного для людини функціонування природного середовища [11, 23, 26]. Також визначають певні вектори ЕБ. По перше, ЕБ – сукупність дій, станів і процесів, що прямо чи опосередковано не зумовлюють серйозні збитки (або загрози таких збитків) природному середовищу, окремим людям та людству загалом. По-друге, ЕБ – і комплекс станів, явищ і дій, що забезпечують екологічний баланс на Землі і в будь-яких її регіонах на рівні, до якого фізично, соціально, економічно, технологічно та політично готове (може без серйозних збитків адаптуватися) людство. По-третє, ЕБ – це такий стан навколишнього середовища, за якого стає неможливим погіршення екологічного стану і виникнення небезпеки для здоров'я людей.

Існує теза, що ЕБ – це сукупність певних властивостей навколишнього середовища і створюваних цілеспрямованою діяльністю людини умов, за яких з урахуванням економічних, соціальних чинників й науково-обґрунтованих допустимих навантажень на об'єкти біосфери, утримуються на мінімально можливому рівні ризику антропічний вплив на навколишнє середовище і негативні зміни, що відбуваються в ньому, забезпечується збереження здоров'я й життєдіяльність людей, виключаються віддалені наслідки цього впливу для теперішнього та наступних поколінь [8, 22, 25, 37].

Окремі науковці схильні до думки, що ЕБ у природокористуванні – сукупність умов, що забезпечують мінімальний несприятливий вплив природи та технологічних процесів її опанування на здоров'я людей. Безпеку в природокористуванні розглядають в межах усіх форм галузевого природокористування і в області прямого та опосередкованого впливу на людину (глобальній, регіональній й локальній) [10, 32, 41].

Більшість дослідників і експертів доходять згоди, що ЕБ – це компонент національної безпеки, що забезпечує захищеність життєво важливих функцій людини, суспільства, довкілля та держави від реальних чи потенційних загроз, які створюються антропічними чи природними чинниками відносно навколишнього середовища [9, 10, 40].

Відповідно до сучасних уявлень, ЕБ може бути розглянута в глобальних, регіональних, локальних і умовно точкових межах, у тому числі в межах держав та будь яких їхніх підрозділів. Фактично вона характеризує геосистеми (екосистеми) різного ієрархічного рангу – від біогеоценозів (агро-

урбоценозів) до біосфери загалом. ЕБ обмежена часом й розмірами акцій, що проводяться в її межах: нетривала дія може бути відносно безпечною, а тривала – небезпечною, локальні зміни майже нешкідливі, а широкомасштабні – фатальні [12, 24, 37].

Аналіз наукових публікацій [10, 40, 41] дозволив нам сформулювати таке узагальнення – в наш час ефективного застосування ідеї ЕБ можливо лише за умов вираховування комплексу певних чинників. Зокрема, це: 1) прогнозування впливу техногенних забруднень на здоров'я людей і стан природних екосистем; 2) визначення специфіки взаємовідношень прилеглих техногенних об'єктів з навколишнім середовищем; 3) вивчення специфіки і кількості відходів техногенних об'єктів, особливостей їхнього зберігання та утилізації; 4) плани і програми оптимізації стану довкілля об'єктів та територій; 5) підвищення рівня екологічної культури населення.

На нашу думку, перспективним чинником ЕБ промислового регіону є лісові культурфітоценози, які відіграють ключову роль у формуванні середовища життєдіяльності мешканців цього регіону. Лісові насадження здатні значно збагачувати мікроклімат мегаполісів, упорядкувати його архітектурно-планувальну структуру та регулювати психічний стан людей в умовах їхнього емоційно-навантаженого ритму життя [25, 26].

Сучасний стан лісових культурфітоценозів Криворіжжя. Штучні лісові масиви на Криворіжжі створювали в основному у два етапи: перший – в 30-х рр., другий – в 50 – 60 рр. ХХ ст. на територіях з різноманітними екологічними умовами [3, 13, 27, 29]. Тому цілком логічно, співставляючи ефект дії природних (грунтово-гідрологічних

умов) та антропогенних чинників (рівень забруднення атмосферного повітря) нами були виділені зони екологічних умов росту та розвитку лісових культур-фітоценозів Криворіжжя [27, 29]. Зокрема це: 1) зона сприятливих екологічних умов; 2) зона відносно сприятливих екологічних умов; 3) зона відносно несприятливих екологічних умов; 4) зона несприятливих екологічних умов.

За результатами наших досліджень, лісові культурфітоценози Криворізького регіону в різних екологічних зонах, відзначаються відмінностями у структурній та функціональній організації. У зоні сприятливих екологічних умов знаходяться фітоценози Гурівського лісу, які мають цілком природне походження і розвиваються на сирих грудах за умов періодично незначного забруднення атмосфери (таблиця). У насадженнях (віком 110-160 років) домінують дуб звичайний (*Quercus robur* L.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.) та клен польовий (*Acer platanoides* L.). На всіх ділянках повністю сформована вертикальна структура, тобто зростають дерева першого-третього ярусів, а також чагарниковий та трав'яний яруси. Дендрометричні показники є типовими для заплавних лісів степової зони України [6, 34, 35].

Фітоценози Гурійського лісу характеризуються максимальними значеннями показників відносного життєвого стану деревних рослин та оцінюються як здорові – 85,7 умовних балів (у.б.) за шкалою В.А. Алексєєва [1]. Природна густота насаджень становить 1200 шт./га, їхня середня висота 18 м, діаметр стовбура 20 см, запас стовбурної деревини 530 м³/га та сума площ поперечних перерізів 46 м²/га (таблиця).

Лісові культурфітоценози Криворіжжя в зоні відносно сприятливих екологічних умов представлені

насадженнями дендропарку «Веселі Терни», урочищем «Дубки» та водозахисними насадженнями р. Бокова та Карачунівського водосховища (частково). Вони інтенсивно розвиваються на вологих і сирих грудах за умов незначного забруднення атмосфери. У насадженнях 50-120 років домінують дуб звичайний, ясен звичайний, в'яз гладкий (*Ulmus laevis* L.) та клен ясенелистий (*Acer negundo* L.). Установлено, що їхня вертикальна структура сформована лише частково – подекуди відсутній III ярус та/або є незначна кількість чагарників. Відносний життєвий стан деревних рослин оцінено як здоровий – 84,2 у.б. Мінімальні значення стану окремих компонентів деревостану виявлено у гілок (78,2 у.б.) – стан ослаблений, максимальні показники у крони та листків (82,9-83,0 у.б.) – стан здоровий (таблиця).

Дендрометричні показники лісових культурфітоценозів у зоні відносно сприятливих екологічних умов, дещо відрізняються від контролю. Так, середня густота деревних рослин становить 866 шт./га., висота 16 м, діаметр стовбура 25 см, середній запас деревини в фітоценозах – 216 м³/га, а сума площ поперечних перерізів – 36 м²/га. Такі показники також є типовими для штучних лісів інших регіонів України [35, 36].

У зоні відносно несприятливих екологічних умов розташовані фітоценози Довгинцівського дендропарку і водозахисних насаджень Карачунівського водосховища (частково), які мають виключно штучне походження й розвиваються на сухих грудах і сугрудах за умов періодично досить високого забруднення атмосфери, антропогенно-рекреаційного та зоогенного навантаження. Вік насаджень коли-

1. Характеристика лісових культурфітоценозів Криворізького гірничо-металургійного регіону

Показники	Зони екологічних умов росту та розвитку лісових культурфітоценозів			
	Сприятливих	Відносно сприятливих	Відносно несприятливих	Несприятливих
Грунтово-гідрологічні умови	Сирі груди D4	Вологі і сирі груди D3-D4	Свіжі і сухі сугруди C1-C2	Сухі сугруди C1
Зони забруднення атмосфери	Періодичного незначного	Періодичного незначного та середнього	Середнього та порівняно значного	Порівняно значного та значного
Домінуючі види	<i>Quercus robur</i> L., <i>Acer platanoides</i> L., <i>Fraxinus excelsior</i> L.	<i>Quercus robur</i> L., <i>Fraxinus excelsior</i> L., <i>Ulmus laevis</i> L., <i>Acer negundo</i> L.	<i>Quercus robur</i> L., <i>Fraxinus excelsior</i> L., <i>Acer negundo</i> L., <i>Quercus rubra</i> L., <i>Tilia cordata</i> L.	<i>Quercus robur</i> L., <i>Fraxinus excelsior</i> L., <i>Acer campestre</i> L., <i>Acer negundo</i> L., <i>Acer platanoides</i> L., <i>Populus nigra</i> L.
Походження	Природне	Природне штучне	Штучне	Штучне
Вік, роки / відносний	160 / стиглі	50-120 / молоді - старі	40-80 / молоді - стиглі	50-90 / молоді - старі
Вертикальна структура	AI	++	++	++
	AII	++	+-	++
	AIII	++	+-	+-
	Fr	++	-+	-+
	H	++	+-	--
Життєвий стан, бал оцінка	Крона	85,6 здоровий	84,2 здоровий	63,5 ослаблений
	Листки	78,1 ослаблений	83,0 здоровий	61,7 ослаблений
	Гілки	86,9 здоровий	78,2 ослаблений	63,7 ослаблений
	Разом	85,6 здоровий	82,9 / здоровий	63,8 ослаблений
Густота насаджень, шт./га	1200	866	1448	1415
Середня висота, м	18	16	13	11
Середній діаметр, см	20	25	17	15
Запас стовбурної деревини, м³/га	530	216	216	209
Сума площ поперечних перерізів, м²/га	46	36	32	28

Яруси ЛКФЦ: AI – I деревний; AII – II деревний; AIII – III деревний; Fr – чагарниковий; H – трав'яний.

вається в межах від 40 – до 80 років, в яких домінують дуб звичайний, ясен звичайний, дуб червоний (*Quercus rubra* L.) та клен ясенелистий. Також трапляються насадження, де поширені липа серцелиста (*Tilia cordata* L.),

береза повисла (*Betula pendula* Roth.) та сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.).

У зоні відносно несприятливих екологічних умов на наявних ділянках прослідковується недостатньо сформована вертикальна структура:

зростають деревні рослини I ярусу, з частково виявленими II та III ярусами, чагарниковий та трав'яний ярус слабо виражений. Стан дерев оцінено як ослаблений – 63,8 у.б.. Значення окремих компонентів деревостану майже однакові, а їхній стан ослаблений: крона – 63,5 у.б., листки – 61,7, гілки – 63,7 у.б.. Середня густота насаджень становить 1448 шт/га, висота – 13 м та діаметр стовбура – 17 см. Водночас запас деревини насаджень складає 216 м³/га, а сума площ поперечних перерізів – 32 м²/га (таблиця).

У зоні з несприятливими екологічними умовами культурфітоценози представлені санітарно-захисними (ПАО «АрселорМіттал Кривий Ріг») і містозахисними смугами, які розвиваються переважно на свіжих та сухих ґрунтах за умов постійного значного забруднення атмосфери. Також на ділянках трапляються антропогенні стихійні сміттєзвалища. Вік насаджень дорівнює 50 – 90 років (таблиця). У зоні з несприятливими екологічними умовами на моніторингових ділянках домінують дуб звичайний, субдомінують – ясен звичайний, клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), тополя чорна (*Populus nigra* L.). Наявні повноцінні I-II яруси, відсутній III ярус. Чагарниковий та трав'яний яруси деградовані або відсутні. Лісові культурфітоценози цієї зони види деревних рослин мають найменші показники життєвого стану. Так, загальний стан деревних рослин оцінений як ослаблений – 62,7 у.б.. Значення окремих компонентів деревостану також ослаблені: крона – 62,3 у.б., лиски – 68,4 у.б., гілки – 60,01 у.б.. Густота цих насаджень становить 1415 шт/га, висота 11 м, діаметр стовбура 15 см, запас деревини 209 м³/га і сума площ поперечних перерізів – 28 м²/га (таблиця).

Отже, значення дендрометричних показників (густина насаджень, середня висота і діаметр, сума площ поперечних перерізів, запас стовбурної деревини) лісових культурфітоценозів Криворіжжя фактично є типовими для інших регіонів України й залежать від екологічних умов територій їхнього зростання. Проте, у фітоценозах простежується дисбаланс у співвідношенні окремих показників (висота, діаметр) між першим, другим та третім ярусами насаджень. Зокрема, за чисельністю переважно домінують екземпляри деревних рослин другого ярусу, частка яких коливається в межах від 35 до 50 %. Окрім того, у досліджених насадженнях визначено надзвичайно високу (25-30 %) частку деревних рослин першого ярусу. Деструктуризація деревостану лісових культурфітоценозів Криворізького регіону також прослідковується в розподілі за вертикальними ярусами показників запасу стовбурної деревини та суми площ поперечних перерізів. Простежується чітка тенденція до зменшення частки дерев першого ярусу. Водночас встановлено збільшення частки деревних рослин другого ярусу. Вплив несприятливих екологічних чинників (у першу чергу аеротехногенного забруднення повітря та дефіцит вологи) спричиняє інтенсивніший ріст і розвиток деревних рослин у лісових культурфітоценозах.

Життєвий стан деревних рослин деревостану лісових культурфітоценозів оцінюється як сильно ослаблений, ослаблений та здоровий. Показники життєвого стану закономірно зменшуються в ряду погіршення екологічних умов територій розташування лісових насаджень. Загалом, досліджені нами ботаніко-екологічні показники

деревостану підтверджують, що види деревні рослин лісових культурфітоценозів Криворізького гірничо-металургійного регіону в більшості випадків перебувають у стресовому стані внаслідок постійного впливу несприятливих екологічних чинників натурагенного та антропоїчного генезису.

Лісові культурфітоценози та ЕБ Криворіжжя. Під системою ЕБ розуміють сукупність заходів (правових, економічних, технічних, гуманітарних і медичних), спрямованих на підтримання рівноваги між природними екосистемами, антропоїчними та природними навантаженнями [9, 10, 32]. Система ЕБ створюється і розвивається відповідно до Конституції України, указів Президента України, постанов Уряду, державних програм у цій сфері [40, 41].

На нашу думку, стратегічним заходом реалізації політики ЕБ у промислових регіонах, у тому числі й у Криворізькому гірничо-металургійному регіоні, є упорядкування існуючих та створення нових лісових культурфітоценозів. Так, за результатами досліджень [6, 34, 36] доведено, що лісові культурфітоценози здатні покращувати мікрокліматичні умови окремих регіонів. Зокрема, внаслідок фітомеліоративного впливу лісових насаджень на 5-25 % більше випадає атмосферних опадів і на 15-20 % збільшується сумарний річковий стік, що є надзвичайно актуальним для вододефіцитних умов Криворіжжя. Окрім того, природні і штучні ліси зменшують рівні забруднення ґрунтів й ґрунтових вод, запобігають поширенню водної і вітрової ерозії ґрунтів та деградації ґрунтового покриву взагалі.

За даними науковців [17, 18], лісові культурфітоценози здатні до інтенсивного депонування вуглецю. Так,

загальний обсяг вуглецю, накопиченого в природних та штучних лісах, становить 610-620 млн. т. Щорічний обсяг поглиненого вуглецю знаходиться на рівні 16,5-17,5 млн. т [35, 36]. Тобто, лісові культурфітоценози здатні істотно зменшувати шкідливий антропоїчний вплив на глобальні зміни клімату. Загалом, природні і штучні лісові культурфітоценози є найпотужнішим чинником, що стабілізує функціональну організацію природних екосистем й посилює їхню стійкість проти антропоїчного впливу та глобальних змін клімату. У зв'язку з цим, неможливо не погодитися з думкою член-кореспондента НААН України, директора Українського НДІ лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького Держлісагенства України та НАН України В.П. Ткача [35], який стверджує: «У сучасних умовах роль лісів набуває статусу одного з ключових природоохоронних чинників, які визначають ЕБ України» [34].

За офіційними даними [34, 36], в Україні площа земель, вкритих лісовою рослинністю, складає 9,4-9,6 млн. га, або 15,9 % від загальної площі. За цим показником (лісистість) вона фактично займає останнє місце серед країн Європи. Лісистість України закономірно змінюється від 5-6 % у Степу до 40-45 % у Карпатах [35, 36]. За даними наукових публікацій [27, 30, 34], у Дніпропетровській області 198,6 тис. га земель лісового фонду, у тому числі підпорядкованих Дніпропетровському обласному управлінню лісового та мисливського господарства – 94,5 тис. га, з них 90 % – рукотворні ліси. Вони не мають промислового значення і виконують, в основному, екологічні, захисні й рекреаційні функції та віднесені до І групи. За розрахунками вчених

[6, 34, 36], оптимальна лісистість у нашому регіоні повинна досягти 8–10 %, а нині вона становить лише 4,8 %. За даними наукових публікацій [3, 13], на території Криворіжжя природні заплавні та байрачні ліси не збереглися. Площа штучних лісових насаджень складає 17,0–18,0 тис. га і лісистість лише 4,5 %, що є майже в 2 рази меншою за науково-обґрунтований показник у 8–10 %.

Для практичного впровадження тези «Лісові культурфітоценози як природоохоронний чинник екологічної безпеки Криворізького гірничо-металургійного регіону» доцільно реалізувати низку заходів. У першу чергу, необхідно створити нові насадження для досягнення оптимальної лісистості регіону. Також важливо окремо обґрунтовувати оптимальні площі і місце розташування масивних культурфітоценозів й систем цільового призначення (цільових груп захисних насаджень), а також насаджень зелених зон населених місць регіону і мікрорайонів м. Кривий Ріг, санітарно-захисних, водозахисних природоохоронних, протиерозійних та полезахисних. У разі створення нових лісових культурфітоценозів у регіоні варто інтегрувати їх у компоненти існуючої та потенційно можливої Екологічної мережі. У зв'язку з цим, перспективним буде не порушувати особливо цінні (за різноманітними точками зору) угруповання, природну цілісність усіх їхніх компонентів – тваринного, рослинного світу та мікроорганізмів.

На нашу думку, перед початком створення нових лісових культурфітоценозів на Криворіжжі необхідно провести поглиблене дослідження типізації його території за якісними ознаками можливої дії екологічних чинників натуралізованого та антропогенного

генезису. У перспективі доцільно буде диференційовано для різних екологічних умов розробити зональні екологічно адаптовані системи заходів зі створення лісових культурфітоценозів різного цільового призначення для максимально ефективного захисту довкілля та збереження біорізноманіття Криворізького регіону.

Одночасно зі створенням нових лісових культурфітоценозів на Криворіжжі надзвичайно пріоритетним залишається упорядкування лісових насаджень. Як нами зазначалося вище, лісові культурфітоценози в регіоні мають збіднений флористичний склад, спрощену вертикальну структуру, певний дисбаланс у співвідношенні дендрометричних показників між першим, другим та третім ярусами насаджень, інколи ослаблений життєвий стан рослин. У більшості випадків їхні деревостани перебувають у стресовому стані внаслідок постійного впливу несприятливих екологічних чинників. Проте лісові культурфітоценози в регіоні вже утворили намет, мають молодий і стиглий відносний вік, накопичили значну кількість фітомаси та потенції щодо формування ценотичного середовища / фітогенного поля. Окрім того, вони вже виконують надважливі природоохоронні, санітарно-захисні фітомеліоративні та інші функції. Тому їхнє упорядкування вкрай актуальне та важливе для сьогодні, першим етапом якого може стати наукове обґрунтування можливості використання біогеохімічних характеристик системи «Листковий опад – ґрунт» як маркерів та предикторів стану деревостанів лісових культурфітоценозів. Так, за результатами наших досліджень [30], концентрації лужноземельних металів (Ca, Mg, K та Na) в листковому опаді доцільно вважати

точним еколого-біогеохімічним маркером, який інформативно відображає життєвий стан деревних рослин лісових культурфітоценозів Криворіжжя.

Висновки і перспективи.

Лісові культурфітоценози Криворізького гірничо-металургійного регіону були створені, переважно, у середині минулого століття з використанням тогочасної наукової думки та досягнень агротехніки. Нині в більшості випадків види деревних рослин перебувають у стресовому стані внаслідок постійного впливу несприятливих екологічних чинників натурагенного (дефіцит води та зміни клімату) та антропогенного (забруднення довкілля) генезису.

Нині вони повинні набути статусу одного з ключових природоохоронних чинників, що визначають ЕБ як окремого регіону, так і України в цілому. Для цього необхідно досягнути оптимальних показників лісистості регіону шляхом створення нових насаджень з урахуванням оптимальних площ окремих лісових масивів та місць розташування культурфітоценозів різного призначення.

За умов створення нових лісових культурфітоценозів важливо інтегрувати їх у компоненти існуючої і потенційно можливої Екологічної мережі. Надактуальним залишається упорядкування існуючих лісових насаджень, які вже виконують вкрай важливі природоохоронні, санітарно-захисні фіто-меліоративні та інші функції. Першим етапом такого упорядкування може стати наукове обґрунтування можливості використання біогеохімічних показників системи «Листковий опад – ґрунт» як маркерів та предикторів стану рослин деревостанів лісових культурфітоценозів.

References

1. Alekseev, V. A. (1989). Dyahnostyka zhyznennoho sostoiannya derev y drevostoev [State of health of trees and stands diagnostics]. Lesovedenye [Forestry], 4, 51–57 (in Russian).
2. Anguluri, R., & Narayana, P. (2017). Role of green space in urban planning: outlook towards smart cities. Urban Forestry and Urban Greening, 25, 58–65 DOI: 10.1016/j.ufug.2017.04.007.
3. Antoniuk, O. P., & Pistunov, I. M. (2013). Prohnozuvannya obsiahiv ekonomichnoho vidshkoduvannya naslidkiv tekhnohennoho zabrudnennia Kryvorizkoho rehionu [Forecasting the volume of economic compensation for the consequences of man-made pollution in the Kryvyi Rih region]. National Mining University, Dnipropetrovsk. (in Ukrainian)
4. Bokhan, A. V. (2014). Biznes ta mizhnarodna polityka ekolohichnoi bezpeky [Business and international politics of environmental safety]. Ekonomichniy prostir [Economic Scope], 82, 14–23 (in Ukraine).
5. Chivulescu, S., Leca, S., Silaghi, D., & Cristea, V. (2018). Structural biodiversity and dead wood in virgin forests from Eastern Carpathians. Agriculture and Forestry, 64 (1), 177–188 DOI: 10.17707/AgricultForest.64.1.20.
6. Hensiruk, S. A. (1992). Lisy Ukrainy [Forests of Ukraine]. Naukova dumka, Kyiv. (in Ukrainian)
7. Hrom, M. M. (2005). Lisova taksatsiia. [Forest Taxaon]. Ukrainian State Forestry University, Lviv (in Ukrainian).
8. Ivaniuta, S. P., & Kachynskiy A. B. (2012). Ekolohichna ta pryrodno-tekhnohenna bezpeka Ukrainy rehionalnyi vymir zahroz i ryzykiv [Environmental and technogenic security of Ukraine is a regional dimension of threats and risks]. NISD, Kyiv (in Ukraine).
9. Ivaniuta, S. P., & Kachynskiy, A. B. (2013). Ekolohichna bezpeka rehioniv Ukrainy porivnialni otsinky [Environmental safety of Ukrainian regions comparative assessments]. Stratehichni priorityty [Strategic priorities], 3 (28), (in Ukraine).

10. Kachynskiy, A. B. (2001). Ekolohichna bezpeka Ukrainy systemnyi analiz perspektiv pokrashchannia [Ukraine's environmental safety a systematic analysis of prospects for improvement]. NISD, Kyiv (in Ukraine).
11. Khvesyk, M. A. (editor), Stepanenko, A. V., & Obykhod, H. O. (2014). Ekolohichna i pryrodno-tekhnohenna bezpeka Ukrainy v rehionalnomu vymiri [Environmental and technogenic safety of Ukraine in the regional dimension]. Public Institution «Institute of Environmental Economics and Sustainable Development of the National Academy of Sciences of Ukraine», Kiev (in Ukraine).
12. Khylyk, M. I. (2017). Ekolohichna bezpeka Ukrainy [Ecological safety of Ukraine]. Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv (in Ukraine).
13. Krynychna I. P., & Kostenko V. O. (2017). Priorytety rehionalnoi polityky u sferi ekolohichnoi bezpeky Ukrainy (na prykladi dniproperetrovskoi oblasti) [Regional policy priorities in environmental security of Ukraine (as exemplified by Dnipropetrovsk region). Derzhavne budivnytstvo [State Formation], 1, 1-13. (in Ukrainian)
14. Kuuluvainen, T., & Gauthier, S. (2018). Young and old forest in the boreal: critical stages of ecosystem dynamics and management under global change. *Forest Ecosystems*, 5, 26 DOI: 10.1186/s40663-018-0142-2.
15. Kvitko, M. O., & Savosko, V. M. (2018). Ekolohichni osoblyvosti vidnosnogo zhyttievoho stanu lisovykh kulturfitotsenoziv Kryvorizhzhia [Ecological features of the relative life state of the forest plantations at Kryvorizhzhia]. Pytannia bioindykatsii ta ekolohii [Problems of Bioindication and Ecology], 23 (2), 34-57, doi: 10.26661/2312-2056/2018-23/2-03 (in Ukrainian).
16. Kvitko, M. O., Mogir, S. P., & Aleksandrova, O. A. (2019). Dosvid rozvytku ekolohichnoho vykhovannia v Kryvorizkii zahalnoosvitnii shkoli I–III stupeniv No108 [Experience of development of environmental education in Kryvyi Rih general school No108]. Ekolohichniy visnyk Kryvorizhzhia [Ecological Bulletin of Kryvyi Rih District], 4, 143–150, DOI: 10.31812/eco-bulletin-krd.v4i0.2586 (in Ukrainian).
17. Lakyda, P. I. (2002). Fitomasa lisiv Ukrainy [Phytomass of Forests at Ukraine]. Zbruch, Ternopil. (in Ukrainian)
18. Lakyda, P. I., Shvydenko, A. Z., Shchepashchenko, D. H. (2013) Biotychna produktyvnist lisiv Ukrainy v yevropeiskomu ekoresurnomu vymiri [Biotic productivity of forests of Ukraine in the European ecoresource dimension]. Bioresursy i pryrodokorystuvannia [Bioresources and nature use], 5/6, 99-106. (in Ukrainian)
19. Lyisyiy, A. E., Ryizhenko, S. A., & Kozyatin, I. P. (2007). Ekologicheskie i sotsialnye problemy i puti ozdorovleniya krupnogo promyshlennogo regiona (na primere Krivorozhskogo zhelezorudnogo basseyina) [Environmental and social problems and improvement's ways of a large industrial region (on the example of Krivoy Rog iron ore basin)]. Etud Servis, Krivoy Rog. (in Russian)
20. Lykholat, Y. V., Khromykh, N. O., Didur, O. O., Okovytyy, S. I., Matyukha, V. L., Savosko, V. M., & Lykholat, T. Y. (2019). Suchasnyi stan antropohennoi transformatsii ekosystem stepovoho Prydniprovia [The current state of anthropogenic transformation of the steppe Dnieper' ecosystems]. Publishing house Cherniavskiy D., Kryvyi Rih (in Ukrainian).
21. Lykholat, Yu. V., Khromykh, N. O., & Alexeyeva, A. A. (2019). Stan invaziynosti Ulmus Pumila L. v urboekosystemi za klimatychnykh zmin [Condition of invasiveness of Ulmus pumila L. in urboecosystem because of climatic changes]. Ekolohichniy visnyk Kryvorizhzhia [Ecological Bulletin of Kryvyi Rih District], 4, 7–21, DOI: 10.31812/eco-bulletin-krd.v4i0.2525 (in Ukrainian).
22. Lykholat, Yu. V., Khromykh, N., Ivanko, I., Kovalenko, I., Shupranova, L., & Kharytonov, M. (2016). Metabolic responses of steppe forest trees to altitude-as-sociated local environmental changes. *Agriculture and Forestry*, 62 (2), 163-171.

23. Lysychenko, H. V., Khmil, H.A., & Barbashev, S.V. (2011). Metodolohiia otsiniuvannia ekolohichnykh ryzykiv [Methodology for environmental risk assessment]. Astroprynt, Odesa (in Ukraine).
24. Miller, R. W., Hauer, R. J., & Werner, L. P. (2015). Urban forestry: Planning and managing urban green spaces. Waveland Press, USA.
25. Pavlychenko, A.V., Ulytskyi (editor), O.A., Yermakov, V.M., & Buzylo, V.I. (2014). Hidroheolohichni ta heomekhanichni faktory ekolohichnoi bezpeky navkolyshnoho seredovyscha v umovakh reformuvannia vuhilnoi haluzi [Hydrogeological and geo-mechanical factors of environmental safety in the conditions of coal industry reform]. Litohraf, Dnipropetrovsk (in Ukraine).
26. Rudko, H. I., & Hoshovskiy, S. V. (2006). Ekolohichna bezpeka tekhnopryrodnykh heosystem (naukovi i metodychni osnovy) [Ecological safety of techno-natural geosystems (scientific and methodological foundations): scientific monograph]. Nichlava, Kyiv (in Ukraine).
27. Savosko, V. M. & Kvitko, M. O. (2017). Suchasnyy zhyttyevyj stan lisovykh kulturfitotsenoziv Kryvorizhzhya [Current life state of cultivated forest community in Kryvorizhzhya]. Visnyk Lvivskoho universytetu Serii biologichna [Visnyk of the Lviv University Series Biology], 75, 75-82 (in Ukrainian).
28. Savosko, V. M., & Tovstolyak, N. V. (2017). Ecological conditions of garden and park territories of former iron mines (Kryvyi Rih Basin, Ukraine). Ukrainian Journal of Ecology, 7 (4), 12–17 (in Ukrainian).
29. Savosko, V. M., Kvitko, M. O., Grygoryuk, I. P., Serga, O. I., Lykholat, Yu. W. & Andrits'o M. O. (2018). Heterohennist biometrychnykh pokaznykiv lisovykh kulturfitotsenoziv v ekolohichnykh umovakh Kryvorizhzhya [Heterogeneity of biometric characteristics of cultivated forest communities in environmental conditions at Kryvorizhzhya]. Biorosursi i prirodokoristuvannâ [Biological Resources and Nature Management], 10 (1-2), 14-23, DOI: 10.31548/bio2018.01.002 (in Ukrainian).
30. Savosko, V. M., Kvitko, M. O., Lykholat, Yu. V., Grygoryuk, I. P., Bogach, E. M., & Yakubenko B. E. (2017). Ekoloho-bioheokhimichni markery zhyttievoho stanu derevnykh roslyn lisovykh kulturfitotsenoziv v umovakh stepu ta promyslovoho rehionu [The ecological and biogeochemical markers of vital state's arboreal plants in cultivated community at steppe and industrial region's conditions]. Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu biorosursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Serii «Biolohiia, biotekhnolohiia, ekolohiia» [Scientific Herald of NULES of Ukraine. Series: Biology, Biotechnology, Ecology], 270, 44-52. (in Ukrainian).
31. Savosko, V., Lykholat, Yu., Domshyna, K., & Lykholat, T. (2018). Ekolohichna ta heolohichna zumovlenist poshyrennia derev i chaharnykyv na devastovanykh zemliakh Kryvorizhzhya [Ecological and geological determination of trees and shrubs' dispersal on the devastated lands at Kryvorizhzhya]. Journal of Geology, Geography and Geoecology, 27 (1), 116-130, DOI: 10.15421/111837 (in Ukraine).
32. Sokur, M. I., Shmandii, V. M., & Havrylov, P. S. (2011). Ekonomichni aspekty ekolohichnoi bezpeky [Economic aspects of environmental safety]. Private enterprise Shcherbatykh, Kremenchuk (in Ukraine).
33. Sytalo, S. H. (2008). Zabrudnennia dovkillia Kryvbasu ta yoho vplyv na zakhvoriuvanist naselennia [Air pollution of Krivoy Rog city and evaluation of influence of people health]. Dovkillia ta zdorovia [Environment & Health], 4, 31-34. (in Ukrainian)
34. Tkach, V. P. (1999). Zaplavni lisy Ukrainy [Floodplain forest of Ukraine]. Kharkiv, Pravo. (in Ukrainian)
35. Tkach, V. P. (2012). Lisy ta lisystist v Ukraini suchasnyi stan i perspektyvy rozvytku [Forests and forest cover of Ukraine the current state and perspectives of development]. Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal [Ukrainian geographical journal], 2, 49-55. (in Ukrainian)
36. Tkach, V. P., Kobets, O. V., & Rumiantsev M. G. (2018). Vykorystannia lisoroslynnoho po-

- tentsialu lisamy Ukrainy [Use of forest site capacity by forests of Ukraine]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia* [Forestry and forest melioration], 132, 3-12. (in Ukrainian)
37. Trotska, M. V., Homlia, I. A., & Kovalenko, O. O. (2018). Ekolohichna bezpeka yak skladova natsionalnoi bezpeky Ukrainy cherez pryzmu mizhnarodnoho dosvidu [Environmental security as a component of the national security of Ukraine through the prism of international experience]. *Molodyi vchenyi* [Young Scientist], 10 (62), 248-251 (in Ukraine).
 38. Verma, P., & Raghubanshi, A. S. (2018). Urban sustainability indicators: challenges and opportunities. *Ecological Indicators*, 93, 282-291 DOI: 10.1016/j.ecolind.2018.05.007.
 39. West, P. W. (2009). *Tree and Forest Measurement*. Springer-Verlag, Germany.
 40. Zahorodniuk, P. O. (2005). Ekolohichna bezpeka yak vazhlyva skladova natsionalnoi bezpeky Ukrainy [Environmental safety as an important component of Ukraine's national security]. *Ekolohiia dovkillia ta bezpeka zhyttiediialnosti* [Environmental ecology and life safety], 4, 5-12 (in Ukraine).
 41. Zerkalov, D. V. (2012). Ekolohichna bezpeka ta okhrona dovkillia [Environmental safety and environmental protection]. *Osnova*, Kyiv (in Ukraine).

M. O. Kvitko, V. M. Savosko, Yu. V. Likholat, I. P. Hrygoruk (2020) The ARTIFICIAL FOREST COMMUNITIES AS AN ENVIRONMENTAL FACTOR OF ECOLOGICAL SAFETY at KRYVYI RIH ORE-MINING AND METALLURGICAL DISTRICT. BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 11(4):6-17. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/14535>. <https://doi.org/10.31548/biologiya2020.04.001>.

Abstract. It is shown that the finding environment importance artificial forest communities are an important prerequisite for optimizing the state environment in the industrialized regions of Ukraine. The aim of this work is to analyze from the point of ecosystem approach to analyze artificial forest communities as a promising factor of ecological safety of the Kryvyi Rih mining and metallurgical region. The materials of the work were scientific publications and the results of their own field studies, which were performed during 2013-2019 on the territory of natural and artificially created forest phytocenoses, located in contrasting ecological conditions and representing the main varieties of tree plantations. It is proved that in the forest cultivar phytocenoses of the region tree species of plants are in a stressful state, because they are constantly affected by adverse environmental factors of natural and anthropogenic genesis. We have made the assumption that the artificial forest communities of the Kryvyi Rih region should become one of the key environmental factors that determine its ecological safety, both individually in this region and in Ukraine as a whole. To solve this problem, it is necessary to achieve optimal forest cover of Kryvyi Rih region (8-10%) by creating new plantations and taking into account scientific prerequisites and ordering existing ones. To solve this problem, it is necessary to achieve optimal forest cover of Kryvyi Rih region (8-10%) by creating new plantations and taking into account scientific prerequisites and ordering existing ones. To resolve this issue, it is necessary to achieve optimal forest cover of the Kryvyi Rih region (8-10%) by creating new forest plantations and arranging existing trees, taking into account the scientific prerequisites.

Keywords: artificial forest communities, ecological safety, dendrometric characteristics, forest cover, Kryvyi Rih district