

М. О. Квітко 

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
просп. Науки, 72, м. Дніпро, Україна, 49045*

*Криворізький державний педагогічний університет,
просп. Університетський, 54, м. Кривий Ріг, Україна, 50086*

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЖИТТЄВОСТІ ДЕРЕВНИХ НАСАДЖЕНЬ КРИВОРІЗЬКОГО РАЙОНУ В УМОВАХ СТЕПУ

Чимало видів рослин у природних екосистемах Степового Придніпров'я перебувають під загрозою зникнення, що, своєю чергою, може призвести до зниження біорізноманіття. Важливу роль у вирішенні цієї проблеми відіграють ботанічні сади Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара, Криворізького державного педагогічного університету та Криворізького ботанічного саду Національної академії наук України, а також штучні лісові екосистеми в Дніпровському регіоні, які є унікальним біоресурсом генофонду рослин. У спеціальних штучних умовах підтримується існування певної частини представників раритетної флори. Це дозволяє за необхідності здійснити їх реінтродукцію, де вони існували раніше, але були втрачені. Ефективною формою збереження біорізноманіття в Дніпровському регіоні можна вважати створення так званих місцевих генних банків, у яких зберігається як насіння рослин, так і заморожені культури тканин або статеві клітини. Сучасні тенденції напрямків розвитку наукових дискусій з проблем раціонального природокористування сходяться до імплементації парадигми стійкого розвитку регіонів. Цей процес пов'язаний з удосконаленням оптимальних умов фізіології дерев із планування землекористування та природоохоронної діяльності. Також треба зазначити, що досвід європейських країн на національному, регіональному і місцевому рівнях вирішують питання, пов'язані з дослідженням відновлювання лісових екосистем та штучних деревних насаджень з інтродукованими, а також з можливими спонтанними заростаннями адвентивних видів. У процесі роботи було закладено 20 моніторингових ділянок у деревних екосистемах, що перебувають під впливом природних і техногенних абіотичних факторів, на яких установлювали вертикальну структуру, вимірювали висоту і діаметр стовбура на відстані 1,5 м від землі дерев I–III ярусів. У камеральних умовах розраховували запас стовбурної деревини та суму площ поперечних перерізів. Результати вимірів і розрахунків статистично опрацьовували.

Ключові слова: штучні деревні насадження, інтродуковані деревні рослини, декоративно-господарське лісівництво, Степове Придніпров'я, стійкість деревних рослин, лісові екосистеми, ресурсокористування.

 E-mail: kvitko.max@gmail.com

DOI: 10.15421/442413

154

M. O. Kvitko✉

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine
Kryvyi Rih State Pedagogical University, Kryvyi Rih, Ukraine

VITALITY COMPARATIVE ANALYSIS OF WOODY PLANTATIONS AT KRYVYI RIH DISTRICT IN STEPPE CONDITIONS

Many plant species in the natural ecosystems of the Dnieper Steppe are threatened with extinction, which, in turn, can lead to a decrease in biodiversity. An important role in solving this problem is played by the botanical gardens of the Oles Honchar Dnipro National University, Kryvyi Rih State Pedagogical University and Kryvyi Rih Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine, as well as artificial forest ecosystems in the Dnipro region, which are a unique biological resource of the plant gene pool. In special artificial conditions, the existence of a certain part of representatives of rare flora is supported. This allows, if necessary, to carry out their reintroduction, where they existed before, but were lost. The creation of so-called local gene banks, which store both plant seeds and frozen tissue cultures or germ cells, can be considered an effective form of biodiversity conservation in the Dnipro region. Modern trends in the directions of development of scientific discussions on the problems of rational nature management converge towards the implementation of the paradigm of sustainable development of regions. This process is related to the improvement of optimal conditions of tree physiology for land use planning and nature conservation activities. It should also be noted that the experience of European countries at the national, regional and local levels solves issues related to the study of restoration of forest ecosystems and artificial tree plantations with introduced, as well as possible spontaneous overgrowth of adventive species. In the forestry and horticultural sector of Dnipropetrovsk region, the success of studying the adaptation mechanisms of artificially introduced species of woody plants, agrotechnical and selection methods are being developed on its basis, taking into account the abiotic and biotic features of the meso- and microrelief of a certain area to improve the implementation of recommendations. The study of local features of adaptations of tree-shrub vegetation to the environment will allow to achieve a significant economic effect through the creation of new ways of introducing species and forms of wood species for various purposes – to obtain in a short time large-sized wood, resin, wood for cellulose, wood of certain textural qualities, energy plantations, plantations of tanid-bearing plants, berries, honey-bearing medicinal crops in the renewed forest-steppe zone of Ukraine. It is promising and relevant to create a forest seed base of tree species on a genetic and selective basis, which will ensure a significant increase not only in productivity, but also in the biological stability of artificial tree plantations.

Key words: artificial woody plantations, introduced tree plants, ornamental and economic forestry, Dnieper Steppe, tree plant stability, arid growing conditions, forest ecosystems, resource reproduction.

Вступ

У лісозахисному та садово-парковому господарстві Дніпропетровщини мають місце успіхи у вивченні адаптаційних механізмів штучно занесених видів

деревних рослин. На фітоценологічній основі розробляються агротехнічні та селекційні методи, що враховують абіотичні та біотичні особливості мезо- та мікрорельєфу певної місцевості для покращення впровадження рекомендацій. Дослідження локальних особливостей адаптацій деревно-чагарникової рослинності до середовища дозволять досягнути значного економічного ефекту через створення нових способів упровадження видів і форм деревних порід різноманітного цільового призначення – для одержання в короткі терміни великомірної деревини, живиці, деревини на целюлозу, деревини певних текстурних якостей, енергетичних плантацій, плантацій танідоносіїв, ягідних, медоносних лікарських деревних та кущових форм рослин при оновленні лісостепової зони України. Перспективним та актуальним є створення лісонасінневої бази деревних порід на генетико-селекційній основі, що забезпечить значне підвищення не тільки продуктивності, але й біологічної стійкості штучних деревних насаджень.

Штучні деревні насадження безпосередньо використовуються у вигляді технічної сировини та іншої продукції лісу для потреб населення чи промисловості. Проте при формуванні природних комплексів регіону штучні деревні насадження повинні відтворюватися. До лісових ресурсів належать також корисні властивості лісів, що використовуються для задоволення суспільних потреб. Вагому роль штучні лісові насадження відіграють у відтворенні зоологічного комплексу як безхребетних, так і хребетних тварин через рослини-медоноси або квітково-декоративні насадження. Такими властивостями є здатність лісу зменшувати негативний вплив природних явищ, захищати ґрунти від ерозії, запобігати забрудненню навколишнього середовища та очищати його, сприяти регулюванню стоку води, покращувати здоров'я населення та його естетичне виховання за допомогою зеленого туризму або рекреаційно-оздоровчих комплексних заходів [1, 3–6, 9–10, 20, 22–24, 29, 33, 36].

Серед концепцій стабільного природокористування та відновлення економічного розвитку регіонів Степового Придніпров'я важливим елементом є збереження лісових екосистем на цьому етапі соціально-економічних проблем регіонів України. Ліси займають 36 % території Європи і входять до мережі зелених коридорів. Але в різних природних умовах урбаністичних ландшафтів деревний покрив не досягає оптимального рівня, при якому лісові екосистеми найбільш позитивно впливають на клімат, ґрунт, водні ресурси, пом'якшують наслідки ерозійних процесів, а також забезпечують більшу кількість деревини [18–19, 22–24, 28–30].

Стан штучної лісової екосистеми залежить від тенденцій розвитку та комплексу соціально-екологічних, а також економічних проблем лісового господарства України. Це зумовлює необхідність реформування системи ведення лісового господарства. Окремо треба відмітити роль природно степової території краю, а також степової рослинності і степових ландшафтів в екосистемах Криворіжжя [2, 8, 13, 18–19, 23–25, 36, 43, 54].

Метою даної роботи було розглянути стан штучних деревних насаджень у природних та техногенних умовах росту як одного з ключових чинників імплементації стійкого розвитку степової зони в межах Криворізького району України. Використовуючи показники кількості видів, а також дендрометричні характеристики провести аналіз життєвості деревних видів рослин пилозахисних деревних насаджень промислових зон м. Кривого Рогу.

Об'єкти та методи дослідження

Нами упродовж 2014–2024 рр. досліджено штучні деревні насадження в природних та техногенних умовах Криворіжжя, які репрезентують основні різновиди деревно-чагарникових насаджень, зокрема об'єкти садово-паркового господарства, санітарні та міські пилозахисні деревні насадження. Деревні екосистеми природного і штучного походження Гурівського лісу (Долинський р-н, Кіровоградська обл., що знаходиться на відстані близько 50 км від джерел техногенного забруднення і розташований на межі Криворізького залізничного басейну), деревні екосистеми околиць с. Новотаромське та лісові масиви околиць с. Тарасівка природного та штучного походження (Криворізький та Софіївський р-ни, Дніпропетровська обл.), які розташовані у заплаві р. Бокова і віддалені на 30–50 км від промислових підприємств, були виділені як біоценози в природних умовах (рис. 1). Під час дослідження було використано картографічні матеріали інтернет-ресурсів GoogleMaps та lk.ukrforest.com [44, 49, 53].

У природних та штучних деревних екосистемах було закладено 20 моніторингових ділянок, на яких установлювали вертикальну структуру, вимірювали висоту і діаметр стовбура на відстані 1,3 м від землі дерев I–III ярусів. У камеральних умовах розраховували запас стовбурної деревини та суму площ поперечних перерізів. Результати вимірів і розрахунків опрацьовували статистично [3, 26, 52].

Для дослідження життєвого стану та адаптаційних властивостей штучних деревних насаджень Криворізького району нами проводилося визначення характеристик ділянок (кількості екземплярів дерев, запаси стовбурної деревини та площі поперечних перерізів) з урахуванням залежності від геоморфологічного положення в рельєфі. Розглядаючи розподіл лісорослинних умов, можна констатувати, що стан частини деревної рослинності залежить від місцезростування в підзоні степової зони. На обраних пробних ділянках було складено геоморфологічні описи ґрунтових профілів. Для лабораторних аналітичних досліджень було проведено відбір ґрунтових зразків, листового опаду та підстилки, які відбирались, транспортувались та зберігались відповідно до вимог до проведення лабораторних аналітичних досліджень [1, 3–6, 9, 13, 22]. В межах визначених ділянок були встановлені показники біомаси штучних деревних насаджень в залежності від видового складу, кількості деревини за ярусами, висоти деревини та загальної висоти деревостану, діаметру деревостану, запасу деревини, життєвого стану деревної рослинності [1, 9, 13, 22, 27, 29, 37].

Крім того, у кожному місті виділяються мікрокліматичні райони, які характеризуються своїми погодно-кліматичними особливостями. Ґрунтові карти району дослідження (рис. 2) є основою встановлення особливостей ґрунтових характеристик ділянок дослідження для планування, проведення і організації раціонального режиму майбутнього використання території [30, 48, 50, 51, 55, 62]. Характеристики ґрунтів аж до видів і різновидів важливо враховувати при проведенні аналізу ґрунтового покриву та оцінки фізіологічних особливостей деревних порід пилозахисних насаджень, для розробки конкретних заходів щодо підвищення продуктивності та родючості техногенних ландшафтів Криворізького району [22–23, 35, 52, 61–62]. Методологічним обґрунтуванням аналізу ландшафтних закономірностей робочих ділянок лісових екосистем Криворіжжя був геоморфологічний моніторинг дослідницьких ділянок штучних

лісових насаджень за О. Л. Бельгардом [22, 23, 52]. Тип ландшафту, геохімічний тип рельєфу визначали відповідно до методичних рекомендацій і дослідницьких робіт [35, 38, 45, 55, 58, 61]. Географо-генетичні особливості фізичного стану ґрунтів, тип ґрунту, гранулометричний склад, наявність засоленості, характеристики трофності ґрунтів на території дослідження та зволоженість гіротопів установлювали за загальноприйнятими методиками [36, 38, 48, 52, 58, 61].

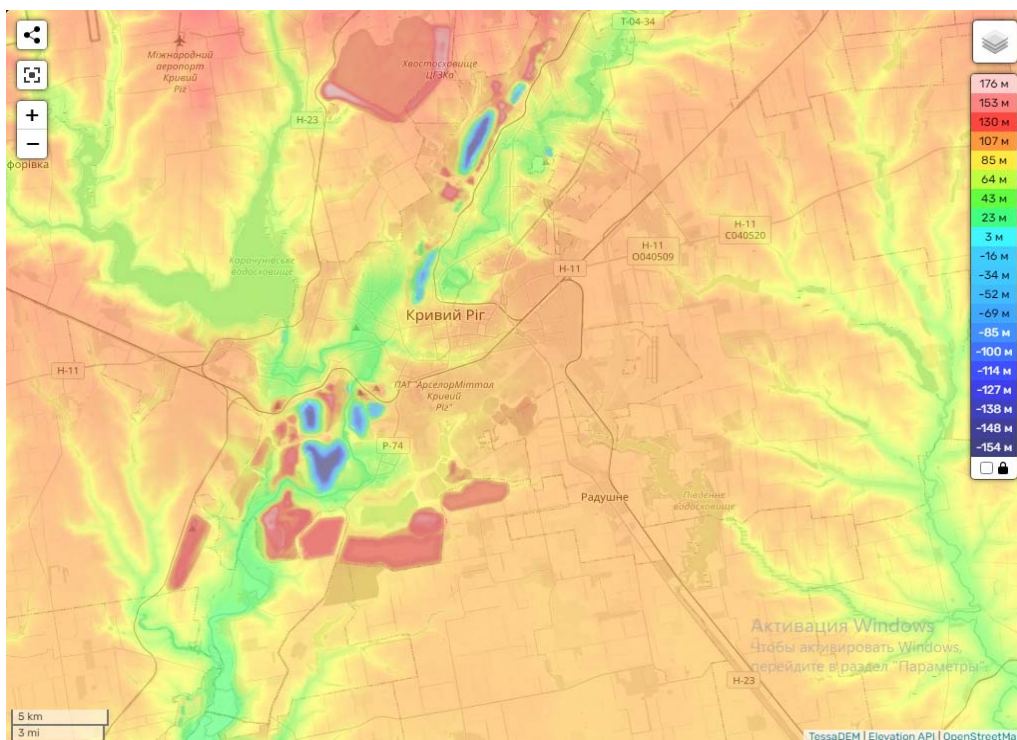


Рис. 2. Характеристики ґрунтового покриття та рівень зволоження території розташування деревних насаджень у природних умовах та техногенних санітарно-захисних зонах

Аналіз і видовий склад місцевої флори здійснювали за рекомендаціями з лісотаксації та маршрутного обстеження [4, 16, 19, 47, 56]. На стаціонарних ділянках визначали їх площу, місце розташування деревно-чагарникових рослин, кількість рослин на облікових ділянках. Таксаційні дослідження деревостану проводили за стандартними методиками, аналіз типологічної структури лісів було проведено за методиками лісової типології [1, 31, 44, 50, 52]. У межах моніторингових ділянок лонгітудно оцінювати вертикальну структуру насаджень; проводили виміри висоти та діаметр стовбура дерев першого, другого та третього ярусів. Запаси стовбурної деревини розраховували загальноприйнятими лісотаксаційними методами. Обхват стовбура вимірювали за допомогою мірної стрічки на висоті 1,3 м від поверхні ґрунту, його висоту – сучасним лазерним висотоміром (Nikon Forestry 550). Прив'язку ділянок та ґрунтових розрізів здійснювали за допомогою приладів супутникового позиціонування GPS.

Оцінювали рекреаційну толерантність рослинного покриву [1, 31, 40, 41, 44, 50, 52]. Для характеристики стану підліску та підросту було проведено оцінку за методами та одиницями рекреаційних навантажень на лісові природні комплекси [30, 37, 62]. Згідно із зазначеними методиками визначався рівень рекреаційних навантажень та стадія дигресії рослинного угруповання. Аналіз деревних порід за їх газостійкістю проведено за М. І. Калініним, а також за І. С. Мелеховим, розподіл деревних порід за їх реагуванням на вологість ґрунту – за О. Л. Бельгардом, розподіл деревних порід за вибагливістю до родючості ґрунту – за П. С. Погребняком [22–24, 26, 40–41].

Аналіз отриманих даних проведено програмними засобами MS Excel 2016. Результати досліджень опрацьовували методом варіативної статистики на рівні значущості $P > 0,05$ [34, 42, 50, 59, 60].

Результати та їх обговорення

Криворіжжя – умовна територіальна одиниця географічного районування. Його межі збігаються з межами Криворізького природничо-господарського району. Криворізький регіон розташований на південному сході Центральної України. Адміністративно понад 90 % його площі знаходиться в південно-західній і західній частині Дніпропетровської області, й тільки на північному заході він заходить на територію сусідньої Кіровоградської області. Крайніми точками міста за чотирма сторонами світу є лише два об'єкти – хвостосховища Інгулецького (координати – $47^{\circ}36'$ південної широти) та північного гірничозбагачувального комбінатів (координати – $48^{\circ}12'$ північної широти). Місто розтягнуте з північного сходу на південний захід на пів градуса ($0^{\circ}36'$), широтна розтягнутість менша ($0^{\circ}28'$). Крайньою західною точкою є сучасна станція Інгулець з координатами $33^{\circ}08'$ східної довготи. Крайня східна точка знаходиться в районі лісорозсадника в селищі Довгинцевому – $33^{\circ}34'$ східної довготи. Територія Криворіжжя становить 4,1 тис. км², що дорівнює 0,67 % від усієї площі території України. Протяжність із півночі на південь – 96 км, із заходу на схід – 62 км. Криворіжжя витягнуте майже в субмеридіональному напрямку на кілька десятків кілометрів [15–17]. Криворіжжя – рівнинний регіон, у якому розвинуті річкові долини, безліч ярів та балок, спостерігаються карстові процеси і суфозії [18–19, 22].

Байрачні ліси на Криворіжжі в природному стані не збереглися, але згідно з історичними даними в північній частині Криворіжжя проходить межа поширення байрачних лісів у степу. Вони були представлені бересклетовими карагачниками, бересклетово-чорнокленовими, кленово-ясеневими дібровами [18–19, 22]. Згідно з дослідженнями природної флори XIX–XX ст. ендеміками, які мали широке розповсюдження, були дуб звичайний, клен польовий, клен татарський. Терен колючий і глід обманливий були поширені на узліссях та створювали підлісок. Шелюжники та верболозники (*Salix acutifolia* Willd., *S. purpurea* L., *S. triandra* L.), осокирники (*Populus nigra* L.) створювали заплавні ліси, які розташовувались уздовж річок, що тягнулись смугами. Окремо утворювали свої угруповання карагачники, мигдальники, зіноватники, терники та вишняки. Природна рослинність збереглася на невеликих ділянках і представлена різнотравно-типчакково-ковиловою, на крайньому південному заході – типчакково-ковиловою рослинністю, а на вододілах, схилах балок, ярів і річкових долин зростають деревно-чагарникові фітоценотичні угруповання. Схилі, байрачні та яружно-балкові ландшафти становлять 10–20 % території

області. Також зустрічаються байрачні ліси, які займають 3,5 % території області [8, 13, 18–19, 22]. Для території Криворізького регіону характерна направленість ландшафтогенеза за степовим типом, починаючи з дофінського часу плейстоцену. Формування степової рослинності зумовлене гідрокліматичними факторами, рівнинністю територій, карбонатністю ґрунтів. Різотравно-типчакowo-ковилові степи, що переважають на території регіону, мають вік формування такий самий або навіть дещо старший, ніж домінуючі ґрунти [8, 13, 18–19, 22]. Слід зазначити, що рослинний компонент деревної рослинності, а також трав'яного ярусу в степових умовах виконує функцію синтезу органічної речовини, використовуючи сонячну енергію та мінеральні речовини, що знаходяться в гірських породах, який у степу має певні характерні особливості.

Регіон дослідження розташований на південному сході Центральної частини України. Понад 90 % його площі адміністративно знаходиться в південно-західній та західній частині Дніпропетровської області. Тільки на північному заході регіон межує з Кіровоградською областю, на півдні – з Миколаївською і Херсонською областями. Географічні координати території дослідження: з 48⁰19' по 47⁰28' південної широти, з 32⁰58' по 33⁰47' західної довготи. Досліджувані території знаходяться в басейні середньої течії річки Інгулець та її притоку і частково на сході річки Кам'янка, які впадають у головну водну артерію країни – річку Дніпро.

Чорноземи звичайні малогумусові займають 67,5 % площі Криворізького природно-господарського району. На півночі переважають важкосуглинисті, а на півдні – легкосуглинисті малопотужні різновиди з умістом гумусу в орному шарі в середньому 4 % (з коливанням від 2,0 до 6,0 %). Валові запаси гумусу для ґрунтів легкоглинистого складу досягають 381–426 т/га, важкосуглинистого – 334–396 т/га. Під впливом антропогенних факторів запаси гумусу постійно зменшуються. У південній частині ареалу цього підтипу ґрунтів спостерігаються деякі риси, характерні для чорноземів південних (білозірка на глибині 80–85 см, грудкувато-горіхова структура, значна ущільненість горизонту) [22].

Оцінку стійкості листкового покриву різних видів до техногенних впливів проводили за аналізом листкового опаду, стану крони та гілок домінуючих деревних порід. Велике значення для стану лісового фітоценозу мають пило- та газозабруднення. Лісові фітоценози Криворіжжя сприяють очищенню атмосфери від пилу, діючи як подвійний фільтр: поглинаючи та затримуючи пил на поверхні листкової пластини. Фільтрація залежить від таксономічного складу, віку та структури фітоценозу. Для лісових фітоценозів Криворіжжя особливо шкідливими є сірчаний ангідрид, хлор, етилен, окисли азоту. Одним із ключових завдань садово-паркового господарства промислових районів міста Кривий Ріг є створення стійких деревних угруповань змішаного складу з газостійкими породами. Відповідно до таких потреб використовують класи газостійкості деревної рослинності за видами [8–10, 26, 27]. Серед антропогенних та техногенних факторів атмосферні забруднювачі є найкритичнішими для росту та розвитку деревних рослин [9, 26–27]. Як визначають автори [22–24, 52], стійкість деревних порід до наявності атмосферної токсичності речовин і газів є неоднаковою – хвойні породи є менш витривалими, ніж листяні. Листяні породи щорічно скидають листя і таким чином полегшують стан роботи асиміляційного апарату рослини. Завдяки такому процесу корегується концентрація і швидкість

реакції накопичення біологічно токсичних речовин в середині інших частин рослинного організму і покращується загальна адаптивна стійкість листяних порід деревних рослин [9–10, 22–24, 27–28]. Наявність SO₂ та пилового забруднення в повітрі на фоні хронічного аеротехногенного навантаження комплексом забруднювальних речовин (NH₃+NO_x+SO₂, та ін.) на території робочих ділянок установлювалася за картами аеродинамічних характеристик і напрямку повітряних потоків з території виробничих об'єктів промислової зони м. Кривого Рогу. Також для визначення техногенного навантаження використовувалась фітоіндикація забруднення території, за якою територію було поділено на зону сильного забруднення (від 0,5–0,6 км від джерела викидів); зону періодичного порівняно сильного забруднення (0,6 – 2 – 3/4 км від джерел викидів); зону забруднення середньої потужності (3/4 – 5/6 км); зону незначного забруднення (6 – 8 (10) км від джерела забруднення); зону періодично слабкого забруднення (8 – 15 (20) км від джерела викиду) [2, 5, 52].

Деревні угруповання мають певні закономірності стійкості до негативних аеротехногенних факторів, а саме: моноценотичні насадження пошкоджуються більше, а зімкнуті і складні змішані насадження меншою мірою, на збагачених ґрунтах стійкість лісових фітоценозів є вищою та інші.

Ключові ділянки лісових фітоценозів, що знаходяться в природних умовах – Гурівські деревні насадження. Розташовані в заплаві р. Бокова, с. Гурівка, Долинського р-ну Кіровоградської обл. Рік закладання – 1850. Координати ділянки: 48°07'43''N 33°05'25''E. Характеризуються привододільно-балковим типом ландшафту. За геоморфологічною характеристикою: заплавної ліс. За геохімічною оцінкою: мають трансупераквальну позицію; тип ґрунту: лучночорноземний. За рівнем зволоженості: вологі. Абсолютний вік насадження: 175 р., відносний вік – стиглі, за походженням: природно-насінове. На території було закладено 3 дослідні ділянки. Характеристики та походження фітоценозів: ділянка № 1 – штучного походження; ділянка № 2 – змішаного походження із ознаками самозаростання у зволжених умовах; ділянка № 3 – природного походження. У вертикальній структурі присутні всі яруси: AI++AII++AIII++FR++H++. Формула деревостану: ДзвКлшлЯсзвКлтКлгсВзглАкбКляс; світлова структура – тіньова. Рівень аеропилового забруднення – незначний. Наявність антропогенно-рекреаційного навантаження незначна. Наявність зоогенного навантаження присутня в деякій мірі. На території було закладено 3 ключові дослідні ділянки розміром 10×20 м. Площі ключових ділянок становлять 600 м².

Ключові ділянки лісових насаджень у природних умовах у заплаві нижче за течією р. Бокова характеризуються таким чином. Розташовані біля с. Софіївка (стара назва с. Валове) Криворізького р-ну Дніпропетровської обл. Рік закладання – 1955. Координати ділянок: 48°01'35''N 33°06'36''E. Тип ландшафту: привододільно-балковий. Геоморфологічна характеристика: заплавної ліс. За геохімічними характеристиками: ландшафт трансупераквальний. Тип ґрунту: лучночорноземний. За рівнем вологості: вологі. Абсолютний вік насадження становить 75 років, відносний вік оцінюється як – стиглі. Походження фітоценозів: ділянка № 1 – штучного походження; ділянка № 2 – штучного походження з ознаками самозаростання; ділянка № 3 – природного походження. Загальна вертикальна структура: AI+AII+AIII+FR+H+. Формула деревостану: ЯсзвВзглДзвКлшлКлясКлтКлгс;

світлова структура – тіньова. Наявність аеропилового забруднення незначна. Наявність антропо-рекреаційного навантаження часткова. Наявність зоогенного навантаження незначна. На території було закладено 3 ключові дослідні ділянки. Площі ключових ділянок становлять 600 м².

Ключові ділянки лісових насаджень у природних умовах, що розташовані біля с. Тарасівка Софіївського р-ну Дніпропетровської обл., характеризуються таким чином. Рік закладання – 1965–1967. Координати ділянок: 48°02'56''N 34°02'23''E. Тип ландшафту: привододільно-балковий. Геоморфологічна характеристика: заплашний ліс. За геохімічними характеристиками: ландшафт трансупераквальний. Тип ґрунту: лучночорноземний. За рівнем вологості: відносно сухі, відносно вологі. Абсолютний вік насадження становить 65 років, відносний вік оцінюється як – стиглі. Загальна вертикальна структура: AI+AI+AI+FR+H+. Формула деревостану: АкБКлясДзвВзглТптрЯсзвКлгсБзчрЖспрКлплЯбдмГрлс. Світлова структура тіньова. Наявність аеропилового забруднення незначна. Наявність антропо-рекреаційного навантаження часткова. Наявність зоогенного навантаження незначна. На території було закладено 5 ключових дослідних ділянок розміром 10×20 м. Площі ключових ділянок становлять 1000 м². Походження фітоценозів: ділянка № 1 – штучного походження; ділянка № 2 – самозаростання з ознаками штучного походження; ділянка № 3 – штучного походження полезахисного призначення; ділянки № 4 та № 5 – природного походження заплавні ліси.

Ключові ділянки деревних фітоценозів міського лісозахисного поясу розташовані уздовж Дніпропетровського шосе в Довгинцівському р-ні м. Кривого Рогу Дніпропетровської обл. і характеризуються наступним чином. Рік закладання – 1965. Координати ділянок: 47°55'58''N 33°29'34''E. За висотою над рівнем моря: 108 м. Лісовий фонд розміщений у межах філії «Дніпровське лісове господарство» ДП «Ліси України». Площа обстежених деревних насаджень дорівнює 1798821,98 м² (1,81 км²). Тип ландшафту: привододільно-балковий. За геоморфологічною характеристикою фітоценози відносяться до привододільних лісів. За геохімічною характеристикою ландшафт має акумулятивно-елювіальні позиції. Тип ґрунту: чорнозем звичайний. За вологістю ґрунти оцінені як сухі. Абсолютний вік насадження становить 50 років, відносний вік оцінюється як стиглі або старі. Походження фітоценозу: штучний. Вертикальна структура: AI++AI++AI++FR-+H--. Формула деревостану: ДзвКлгсВзглЯсзвКлясКлт. Світлова структура: напівтіньова. Наявність аеропилового забруднення присутня. Наявність антропогенно-рекреаційного навантаження присутня. Наявність зоогенного навантаження незначна. На території було закладено 3 ключові дослідні ділянки розміром 10×20 м. Площі ключових ділянок становлять 600 м².

Ключові ділянки деревних фітоценозів міського лісозахисного поясу санітарно-захисної зони (далі – СЗЗ) «Кільце соборності». Розташовані в міському лісозахисному поясі житлового масиву Кільце соборності Довгинцівського р-ну м. Кривого Рогу, Дніпропетровська обл. Рік закладання: 1935. Координати ділянки: 47°53'47''N 33°26'07''E. За висотою над рівнем моря: 98–91 м. Лісовий фонд розміщений у межах філії «Дніпровське лісове господарство» ДП «Ліси України». Площі деревних насаджень дорівнюють 1741442,86 м² (1,74 км²). Тип ландшафту: привододільно-балковий. За геоморфологічною характеристикою: привододільні ліси. За геохімічною

оцінкою ландшафт має елювіальні позиції. Тип ґрунту визначений як чорнозем звичайний. За рівнем зволоженості: свіжі. Абсолютний вік насадження становить 80 років, відносний вік оцінюється як стиглі, частково старі. Походження фітоценозів штучне. Вертикальна структура: AI++AII++AIII--FR—H--. Формула деревостану: ЯсзвДрчрАкбДзвКлясБізвБзчрШчрБізвКлтГрлКлгс Світлова структура: напівтіньова. Наявність аеропилового забруднення присутня. Наявність антропо-рекреаційного навантаження присутня. Наявність зоогенного навантаження часткова. На території було закладено 3 ключові дослідні ділянки розміром 10×20 м. Площі ключових ділянок становлять 600 м².

Ключові ділянки деревних фітоценозів міського лісозахисного поясу санітарно-захисної зони «АрселорМіттал Кривий Ріг». Рік закладки – 1935. Деревні насадження СЗЗ «АрселорМіттал Кривий Ріг» розташовані в 750 м від Коксохімічного виробництва Держинського р-ну м. Кривого Рогу Дніпропетровської обл. Координати ділянки: 47°53'17''N 33°24'07''E. За висотою над рівнем моря: 99–87 м. Лісовий фонд розміщений у межах філії «Дніпровське лісове господарство» ДП «Ліси України». Площі деревних насаджень дорівнюють 1246479,29 м² (1,25 км²). Тип ландшафту: привододільно-балковий. За геоморфологічною характеристикою: привододільні та байрачні ліси. За геохімічною оцінкою ландшафт має елювіальні та трансаккумулятивні позиції. Тип ґрунту визначений як чорнозем звичайний. За рівнем зволоженості: свіжі. Абсолютний вік насадження дорівнює 80 років, відносний вік оцінений як стиглі, частково старі. Походження: штучні. Вертикальна структура: AI++AII++AIII++FR+- H--. Формула деревостану: КлплЯсзвКлясТчрАкбБзчрДзв. Світлова структура: напівосвітлена. Наявність аеропилового забруднення: максимальна. Наявність антропо-рекреаційного навантаження присутня. Наявність зоогенного навантаження часткова. На території було закладено 3 ключові дослідні ділянки розміром 10×20 м. Площі ключових ділянок становлять 600 м². Показники біомаси лісових фітоценозів показані на рис. 3 та 4.

Інтенсивність щорічного приросту та відпаду біомаси в штучних деревних угрупованнях не дозволяє проводити порівняння з ділянками відкритих просторів, основна частина яких продукується як трав'яниста рослинність. Співвідношення швидкостей перебігу цих процесів, що характеризує інтенсивність біологічного кругообігу, має достовірні відмінності у всіх екосистемах і виражається щодо загальної кількості підстилки до кількості опаду в лісових ценозах (під пологом) та кількості живої фітомаси на ділянках відкритих просторів.

Визначення показників біомаси допоможе характеризувати потенціал подальшого розвитку деревних насаджень у різних екологічних умовах. Кількість деревини та показників біомаси в біоценозах, що знаходяться в природних умовах і характеризуються відносно незначним антропогенним впливом, коливається в межах від 750 до 2300 шт./га. Усереднені показники щільності деревних насаджень, що знаходяться в природних умовах, дорівнюють 51 шт./діл. та 1295 шт./га. Середній запас стовбурної деревини дорівнює 194,63 м³/га (±0,041). Середні показники висоти становлять 16,08 м (±0,034), а середні показники діаметра стовбура дорівнюють 16,35 см (±0,025).

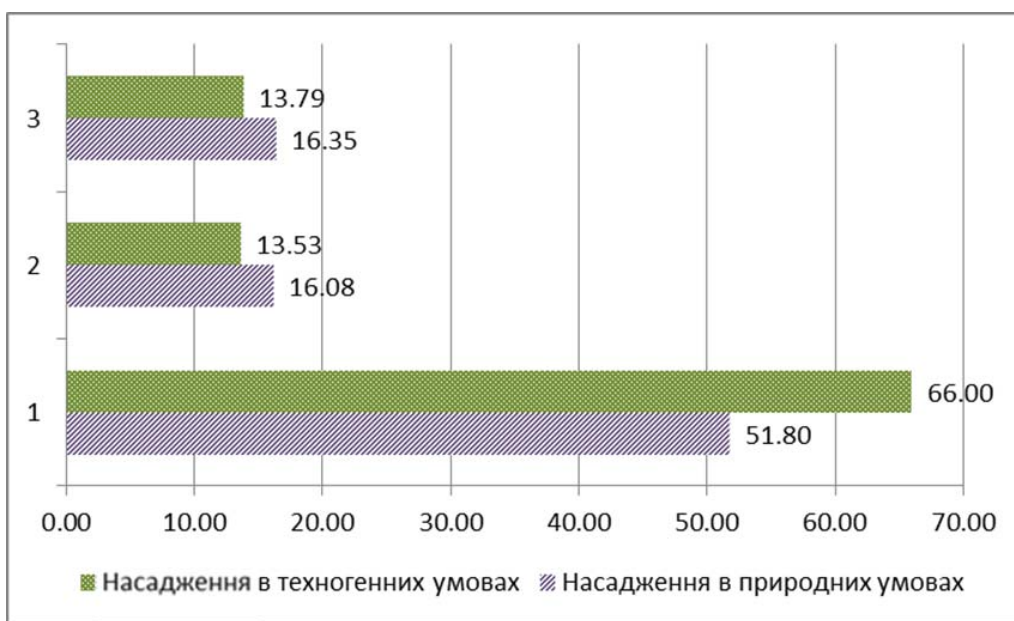


Рис. 3. Запас стовбурної деревини (м³/га) в природних насадженнях та насадженнях, що знаходяться в техногенних санітарно-захисних зонах:
 1 – щільність деревостану (шт./діл.); 2 – висота стовбурів (м);
 3 – діаметр стовбурів (см)

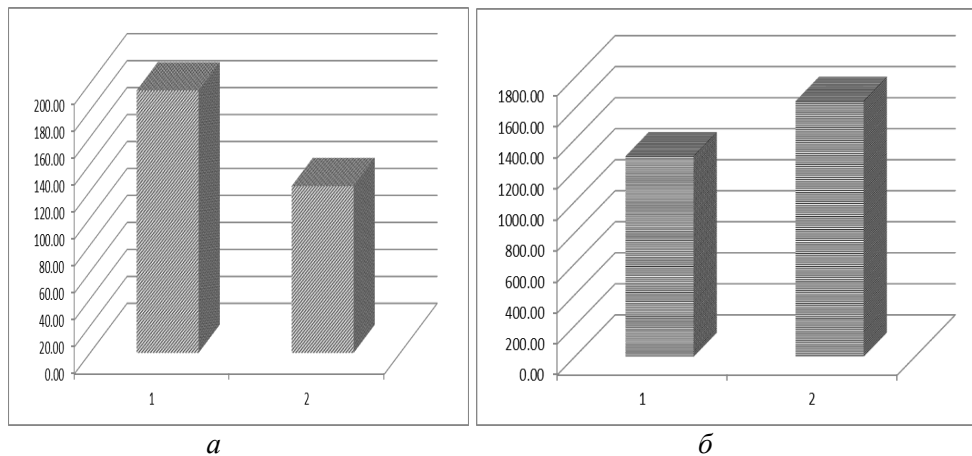


Рис. 4. Співвідношення розміру надземної біомаси деревних насаджень:
 а – показники запасу стовбурної деревини (м³/га), б – щільність (шт./га):
 1 – ділянки в природних умовах; 2 – ділянки в техногенних санітарно-захисних зонах

Усі показники біомаси ділянок деревних насаджень у межах міста Кривого Рогу суттєво переважають показники біомаси дерев у зоні відносно несприятливих факторів аеротехногенного забруднення, що може бути наслідком перебування деревних насаджень у стресових умовах, але з наявністю адаптаційних резервів деревних біоценозів для адаптації до техногенних та антропогенних навантажень. У той самий час у зоні несприятливих екологічних

умов під впливом факторів аеротехногенного забруднення відмічається зменшення кількості біомаси порівняно з відносно несприятливими умовами і коливається від 625 до 2550 шт./га. Ключові ділянки деревних фітоценозів міського лісозахисного поясу характеризуються наступними усередненими показниками. Показники біомаси лісових фітоценозів показані на рис. 5.

Щільність деревних насаджень дорівнює 66 шт./діл. та 1650 шт./га. Середній запас стовбурної деревини дорівнює 123,73 м³/га ($\pm 0,061$). Середні показники висоти становлять 13,53 м ($\pm 0,019$), а середні показники діаметра стовбура дорівнюють 13,79 см ($\pm 0,037$).

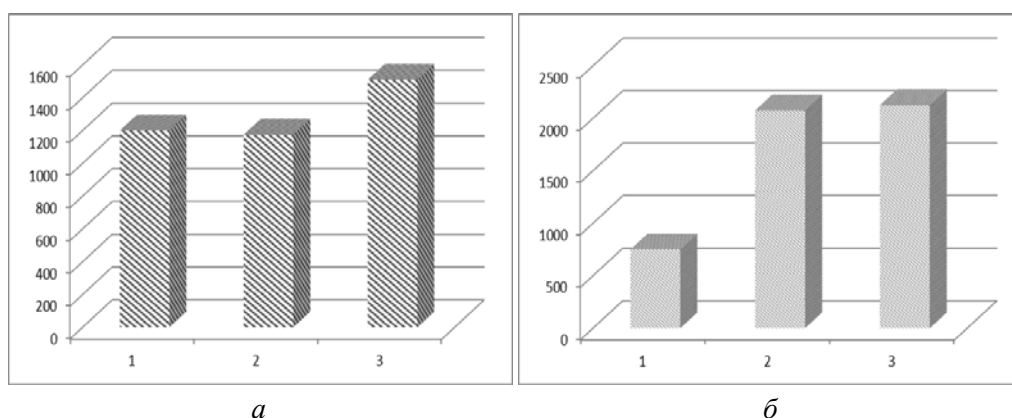


Рис. 5. Середні показники щільності деревних насаджень, шт./га: *а* – ділянки в природних умовах: 1 – деревні насадження с. Гурівка; 2 – деревні насадження р. Бокова, с. Софіївка; 3 – деревні насадження с. Тарасівка; *б* – ділянки в техногенних санітарно-захисних зонах: 1 – лісорозсадник Дніпропетровське шосе, міський лісозахисний пояс; 2 – шумо-пилозахисні насадження урочища «Кільце соборності», м. Кривий Ріг; 3 – шумо-пилозахисні насадження СЗЗ ПАО «АрселорМіттал Кривий Ріг».

Дослідження показують, що процес розкладання рослинного опаду досить стабільний усередині лісостепових екосистем, помітно пов'язаний із біологічною активністю ґрунту, залежить від гідротермічних факторів і є добрим індикатором режиму господарської діяльності людини всередині екосистеми. Ділянки відкритих просторів, такі як поляни або степові площі, а також ділянки, розташовані під пологом деревних насаджень, мають різний ступінь дисбалансу синтезу та ресинтезу органічної речовини, розрізняючись, відповідно, за інтенсивністю перебігу кругообігу речовин в екосистемі: швидкості наростання фітомаси, її відмирання та розкладання, що враховує показник опадо-підстилкового коефіцієнта.

У штучних деревних насадженнях Криворіжжя під пологом як підстилка, так і листовий опад формуються в основному з компонентів деревно-чагарникового ярусу, що зумовлює високий показник опадо-підстилкового коефіцієнта в насадженнях з домінуванням *Quercus robur* L., *Acer platanoides* L., *Fraxinus excelsior* L. Порівнюючи дослідницькі ділянки між собою, можна сказати, що інтенсивність біологічного кругообігу в штучно створених насадженнях, природно сформованих екосистемах і насадженнях

самозаростання не має достовірних відмінностей. Показники біомаси лісових фітоценозів показані на рис. 6.

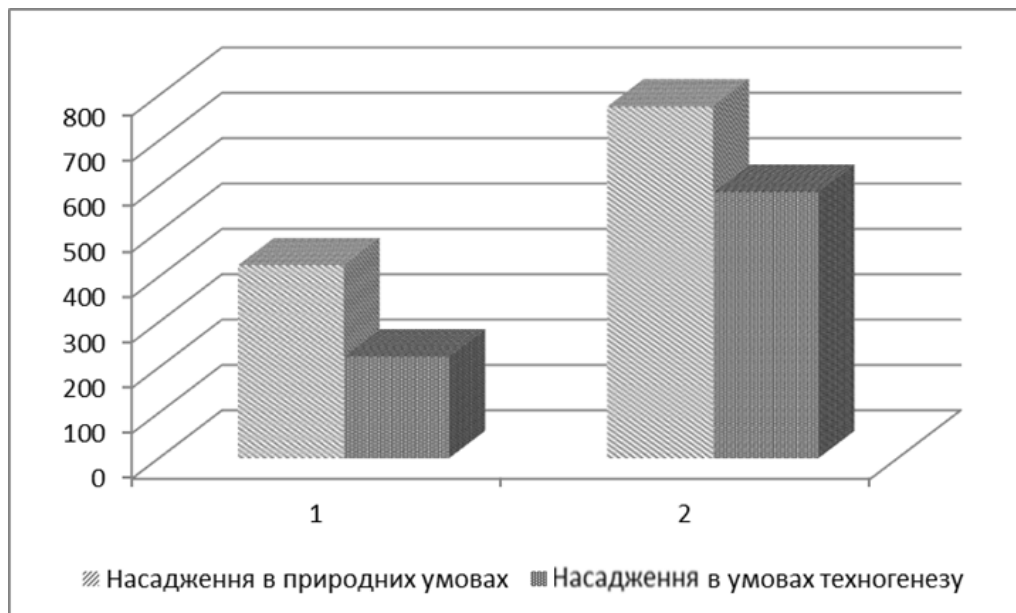


Рис. 6. Показники листкового опад мінімального (1) і максимального (2) значення деревних насаджень в природних умовах та техногенних санітарно-захисних зонах, г/м²

Таблиця 1

Статистичні показники листкового опад деревних насаджень в природних умовах та техногенних санітарно-захисних зонах

Листковий опад деревних насаджень	Показники листкового опад					
	Мін., г/м ²	Макс., г/м ²	М середн., г/м ²	Дисперс.	С.К.В.	m
У природних умовах	425,59	775,54	594,72	15539,65	110,94	35,08
У техногенних санітарно-захисних зонах	224,21	587,16	403,01	14234,72	116,27	36,77

Примітка: Мін. – мінімальний показник листкового опад на ділянках; Макс. – максимальний показник листкового опад на ділянках; М (середн.) – середнє математичнє значення; Дисперс. – дисперсія; С.К.В. – середнє квадратичнє відхилення; m – похибка.

Ключові ділянки лісових насаджень, що розташовані в природних умовах, характеризуються достатньо великою різницею між показниками листкового опад мінімального і максимального значення, який дорівнює від 203 г/м² (ділянки с. Софіївка) до максимального значення 1143 г/м² (ділянки с. Гурівка). Усереднені показники потоку фітомаси на 3 ключових ділянках деревних насаджень штучного походження в природних умовах з мінімальним антропогенним впливом дорівнюють від 426 до 776 г/м².

Ключові ділянки деревних фітоценозів міського лісозахисного поясу характеризуються мінімальними показниками на ділянках деревних шумо-пилізахисних насаджень урочища «Дніпровське шосе» м. Кривий Ріг, які дорівнюють 84 г/м^2 . Максимальні показники відзначаються на ділянках деревних насаджень шумо-пилізахисного призначення урочища «Кільце соборності» м. Кривий Ріг і становлять 736 г/м^2 . Ці ділянки відзначаються значно нижчими усередненими показниками листкового опаду, які дорівнюють від 224 до 587 г/м^2 .

Висновки

Таким чином, як інтродуковані культивовані, так і дикорослі рослини штучних деревних екосистем, розташованих на Криворіжжі, є ефективним інструментом для аналізу процесів відновлення і збереження біорізноманіття в умовах агресивного впливу антропогенного характеру на всій території Лівобережного Придніпров'я в умовах посушливого степу. Асортимент інтродукованих декоративно-господарських, медоносних або лікарських деревних рослин надзвичайно різноманітний і такий, що формувався в різних країнах світу відповідно до кліматичних умов, складу місцевої флори, етнографії. Так, наприклад, арсенал інтродукованих декоративно-господарських або лікарських деревних рослин у Європі значно розширювався внаслідок активної акліматизації цінних видів дерев тропічного та субтропічного походження, розвитку генномодифікованого рослинництва й селекції. Ключові ділянки лісових насаджень, що розташовані в природних умовах, характеризуються меншою щільністю насаджень у середньому на 14 одиниць на ділянку і на 355 шт./га порівняно з ділянками, що розташовані в техногенних умовах, але з більшими показниками висоти дерев (на $2,55 \text{ м}$) та більшим діаметром стовбурів (у середньому на $2,51 \text{ см}$). У штучних деревних насадженнях у природних умовах показники листкового опаду перевищують (у середньому на $191,71 \text{ г/м}^2$) показники штучних деревних насаджень у техногенних санітарно-захисних зонах, що може свідчити про кращий продуктивний стан деревних угруповань, які зростають у природних умовах степового Придніпров'я.

Бібліографічні посилання

1. *Бобко А. М.* Лісові ресурси: таксаційні показники їх обліку і використання у системі економіки лісогосподарського менеджменту. Економіка України. 2018. № 4. С. 76–85.
2. *Булава Л. Н.* Физико-географический очерк территории Криворожского горнопромышленного района. Кривой Рог. Деп. в УкрНИИТИ. 2.11.90. № 1808–Ук 90. 125 с.
3. *Грабак Н. Х.* Курс лекцій з дисципліни «Степове лісівництво»: Навчальний посібник. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2009. 200 с.
4. Державне агентство лісових ресурсів України. Лісове господарство України, 2024. Офіційний сайт. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://forest.gov.ua/>
5. *Добровольский И. А.* Эколого-биогеоценологические основы оптимизации техногенных ландшафтов степной зоны Украины путем озеленения и облесения. Автореф. дис. на соиск. уч. степ. д-ра біол. наук. Днепропетровск: ДГУ, 1979. 62 с.

6. **Зверковский В. Н.** Биогеоценологическое обоснование лесной рекультивации земель, нарушенных угольной промышленностью в степной зоне Украины. Автореф. дис. д-ра биол. наук. Днепропетровск: ДГУ, 1999. 40 с.
7. **Калініченко О. О., Лакомова О. Й., Мечніков Ю. П.** Аналіз антропогенного впливу на підземну гідросферу на прикладі південно-західної частини Криворізького залізорудного басейну. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Географія. 2016. № 2. С. 184–190.
8. **Кучеровский В. В.** Конспект флоры Правобережного степового Придніпров'я. Дніпропетровськ: «Проспект», 2004. 292 с.
9. **Лихолат Ю. В.** Еколого-фізіологічні основи формування дернових покривів в умовах степової зони України (стійкість, динаміка, техногенез): Автореф. дис. д-ра біол. наук: 03.00.16. Чернівецький національний ун-т ім. Юрія Федьковича. Чернівці, 2003. 40 с.
10. **Лихолат Ю. В., Григорюк І. П.** Використання дерноутворюючих трав для діагностики рівня забруднення навколишнього середовища важкими металами. Доповіді Національної академії наук України. К., 2005. № 8. С. 196–200.
11. **Маринич О. М.** Фізична географія України. К.: Знання, 2003. 479 с.
12. **Медведев В. В.** Мониторинг почв Украины. Харьков: «Антиква», 2002. 428 с.
13. **Мірзак О. В.** Екологічні особливості едафотопів урбанізованих територій степової зони України (на прикладі міста Дніпропетровська): автореф. дис... на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.16. «Екологія». Дніпропетровськ, 2002. 19 с.
14. **Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А.** Ґрунтознавство. Чернівці: Книги-XXI, 2004. 400 с.
15. Офіційний веб-сайт виконкому Криворізької міської ради, 2024, Офіційний сайт. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://kr.gov.ua>
16. Офіційний сайт ДП «Ліси України», 2024. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://forest.gov.ua/>
17. **Панас Р. М.** Ґрунтознавство. Навчальний посібник. Львів: Новий Світ, 2005. 372 с.
18. **Паранько І. С., Казаков В. Л., Калініченко О. О., Коцюрuba В. В., Остапчук І. О., Савосько В. М., Шипунова В.О., Ярков С. В.** Фізична географія Криворіжжя: монографічна навчальна книга. Кривий Ріг: Вид. Р.А. Козлов, 2015. 272 с.
19. Природнича географія Кривбасу. В. Л. Казаков, І. С. Паранько, М. Г. Сметана та ін. Кривий Ріг: КДПУ, 2005. 156 с.
20. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 29 вересня 2022 року «Про охорону, захист, використання та відтворення лісів України в особливий період». Офіс Президента України. 2024. Офіційний сайт. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.president.gov.ua/documents/6752022-44229>
21. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2022 році. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 2024. Офіційний сайт. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolyshnogo-seredovyshha-v-ukrayini/>

22. **Савосько В. М.** Ґрунтовий покрив Криворіжжя. Фізична географія Криворіжжя: монографічна навчальна книга. Кривий Ріг: Вид. Р.А. Козлов, 2015. С. 154–175.
23. **Савосько В., Лихолат Ю., Домшина К., Лихолат Т.** Екологічна та геологічна зумовленість поширення дерев і чагарників на девастрованих землях Криворіжжя. *Journal of Geology, Geography and Geocology*. 2018. Вип. 27, № 1. С. 116–130.
24. **Савосько В. М.** Меліорація та фіторекультивація земель: навчальний посібник. Кривий Ріг: Видавництво «Діоніс», 2011. 288 с.
25. Стратегічна екологічна оцінка документа державного планування «Програма соціально-економічного та культурного розвитку Криворізького району на 2023-2027 роки». Криворізька районна державна адміністрація. Кривий Ріг, 2024. 73с. Офіційний сайт. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://krrda.dp.gov.ua/storage/app/uploads/public/649/c21/611/649c21611ca85482149813.pdf>
26. **Термена Б. К.** Лісові ресурси. Лісознавство з основами лісівництва : навч. посіб. М-во освіти і науки України. Чернівці, 2004. С. 117–118.
27. **Травлев А. П., Чернышенко С. В.** Техногенная биогеоценология как теоретическая база для рекультивации нарушенных почв в Украине. Сучасний стан ґрунтового покриву України та шляхи забезпечення його сталого розвитку на початку ХХІ століття: між нар. Наук.-практ. Конф., 19-20 квітня 2006 р.: тез.доп. Харків, 2006. С. 156–157.
28. **Шипунова В. О., Клишніко І. В.** Оценка природно-рекреационного потенциала Криворожского района. Вісник екол. та наук.-метод. Центру КДПУ. 2005. № 1. С. 63–66.
29. Экологические основы природопользования / Н. П. Грицан, Н. В. Шапарь, Г. Г. Шматков и др. Днепропетровск: ИППЭ НАН Украины, 1998. 409 с.
30. **[Arabadzhy-Tipenko L. I. Ecological and foristic characteristics of Cyanophyceae of Pryazovskyi National Nature Park. *Agrology*. 2020. № 3\(2\). P. 66–79.](#)**
31. **[Barker A. V., Pilbeam D. J.](#)** Handbook of plant nutrition. Taylor & Francis Group, Boca Raton: CRC Press, 2010. 731 p.
32. **[Boychenko S., Voloshchuk V., Movchan Y., Serdjuchenko N., Tkachenko V., Tyshchenko O., & Savchenko S.](#)** Features of climate change on Ukraine: scenarios, consequences for nature and agroecosystems. *Proceedings of National Aviation University*, 69(4), 96–113.
33. **[Boyce S. G.](#)** Ecology and reclamation of devastated land. *forest science*, 21, 1, 44–45.
34. **[Bulmer M.](#)** Principles of statistics (New York, USA: Dover Publications Inc) URL <https://search.worldcat.org/title/principles-of-statistics/oclc/802571746>
35. **[Chen H. Y.](#)** Land degradation & development. 2020. № 32(3). P. 1135–1147.
36. **[Dement W. T., Hackworth Z. J., & Lhotka, J. M.](#)** Plantation development and colonization of woody species in response to post-mining spoil preparation methods. *New Forests*, 51, 965–984.
37. **[Forkuor G. et al.](#)** Above-ground biomass mapping in West African dryland forest using Sentinel-1 and 2 datasets – A case study. January 2020. *Remote Sensing of Environment* 236(4):111496.

38. [Hancock G. R., Duque J. F., Willgoose G. R. Geomorphic design and modelling at catchment scale for best mine rehabilitation – The Drayton mine example \(New South Wales, Australia\). Environmental Modelling & Software. 2019. № 114. P. 140–151.](#)
39. [Jongman R. H. G. et al. The Pan European Ecological Network: PEEN. Landscape Ecology, 26, 311–326.](#)
40. [Kvitko M., Savosko V., Kozlovskaya I., Lykholat Y., Podolyak A., Hrygoruk I., Karpenko A. Woody artificial plantations as a significant factor of the sustainable development at mining & metallurgical area \[Electronic resource\]. Second International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters \(ICSF 2021\). Kryvyi Rih, Ukraine, May 19-21, 2021. Eds. : S. Semerikov, S. Chukharev, S. Sakhno, A. Striuk, A. Iatsyshyn, S. Klimov, V. Osadchyi, T. Vakaliuk, P. Nechypurenko, O. Bondarenko, H. Danylchuk. E3S Web of Conferences. 2021. Volume 280. Article 06005.](#)
41. [Kvitko M. O., Savosko V. M., Lykholat Y. V., Holubiev M. I., Hrygoruk I. P., Lykholat O. A., Kofan I. M., Chuvasova N. O., Yevtushenko E. O., Lykholat T. Y., Marenkov O. M. & Ovchinnikova Y. Y. Assessment of the ecological hybrid threat to industrial area in connection with the vital state of artificial woody plantations in Kryvyi Rih District \(Ukraine\). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 1049, 012046.](#)
42. [Kobylynska T. V., Huseva N. Y. A statistical study of the forestry in Ukraine. Статистика України. 2020. № 2–3. С. 12–21.](#)
43. [Krasova O. & Pavlenko A. To Classification of technotops of the Kryvyi Rih region objects of mining industry. Classification of vegetation and biotopes of Ukraine: Third Ukrainian Scientific- theoretical Conference of Proceedings \(Kyiv, April 19–21, 2018\). Eds. Ya. P. Didukh, D. V. Dubyna. Kyiv. P. 103–108.](#)
44. [Map of geobotanical zoning of Ukraine \[Electronic resource\]. Access mode: <https://geomap.land.kiev.ua/zoning-5.html>](#)
45. [Maus V., Giljum S., Gutschlhofer J., da Silva D.M., Probst M., Gass S. L. B., Luckeneder S., Lieber M., McCallum I. A global- scale data set of mining areas. Scientific Data. 2020. № 7. P. 289.](#)
46. [McDonald J. H. Handbook of Biological Statistics \(3rd ed.\). Sparky House Publishing, Baltimore, Maryland., <https://www.biostathandbook.com/>](#)
47. [Mosyakin S. L., & Fedoronchuk I. I. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Publisher: M. G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev. Editor: Sergei L. Mosyakin. November 1999.](#)
48. [Pansu M., Jacques G. Handbook of Soil Analysis. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag. 2006. 993 p.](#)
49. [Physical and geographic zoning of Ukraine. \[Electronic resource\]. Access mode: <https://geomap.land.kiev.ua/zoning-1.html>](#)
50. [Sabatini F. M., Bluhm H., Kun Z. et al. European primary forest database v2.0. Sci Data 8, 220 \(2021\).](#)
51. [Sanchez-Pinillos M., Coll L., De Caceres M. and Ameztegui A. Assessing the persistence capacity of communities facing natural disturbances on the basis of species response traits. Ecological Indicators. 66:76–85. July 2016.](#)

52. [Savosko V., Komarova I., Lykholat Yu., Yevtushenko E. & Lykholat T. Predictive Model of Heavy Metals Inputs to Soil at Kryvyi Rih District and its Use in the Training for Specialists in the Field of Biology. Journal of Physics Conference Series, 1840, 012011.](#)
53. [Shao J., Habib A., and Fei S. Semantic segmentation of uav lidar data for tree plantations. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLVIII-1/W2-2023, 1901–1906, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-1-W2-2023-1901-2023>, 2023.](#)
54. [Solomakha I., Chornobrov O. Ecological and typological assessment of forest vegetation of the Middle Dnieper \(Forest-steppe of Ukraine\).](#)
55. *Sparks D. L.* Environmental soil chemistry. San Diego: Academic Press, 2002. 368 p.
56. The International Plant Names Index (IPNI) <http://www.ipni.org>
57. [Viccaro M. and Caniani D. Forest, Agriculture, and Environmental Protection as Path to Sustainable Development. Natural Resources Research 28\(5734\). May 2019.](#)
58. [Vriens B., Plante B., Seigneur N., Jamieson H. Mine waste rock: insights for sustainable hydrogeochemical management. Minerals. 2020. № 10. P. 728.](#)
59. [West P. Tree and Forest Measurement \(Berlin, Heidelberg, Germany: Springer-Verlag\)](#)
60. *West P. W.* Tree and forest measurement. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2009. 217 p.
61. *Wu B., Peng H., Sheng M., Luo H., Wang X., Zhang R., Xu F., Xu H.* Evaluation of phytoremediation potential of native dominant plants and spatial distribution of heavy metals in abandoned mining area in Southwest China. Ecotoxicology and environmental safety. 2021. № 220 (112368).
62. [Xiao W., Xiao W., Chen C., Chen H. Y. H. Tree species composition and selection effects drive overstory and understory productivity in reforested oil sands mining sites. Land Degradation & Development. 2020. № 32\(3\). P. 1135–1147.](#)

Надійшла до редколегії 14.11.2024 р.