

ЛАНДШАФТНИЙ ДИЗАЙН І СЕЛЕКЦІЯ РОСЛИН: СИНЕРГІЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ СУЧАСНИХ ЗЕЛЕНИХ ПРОСТОРІВ У САДОВО-ПАРКОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Шокало Н.С., Нагорна С.В., Гапон С.В., Галицька М.А., Диченко О.Ю.

Полтавський державний аграрний університет

вул. Сковороди, 1/3, 36003, м. Полтава

shns12@ukr.net, svitlana.shershova@pdau.edu.ua, svitlana.hapon@pdau.edu.ua,

maryna.galytska@pdau.edu.ua, oksana.dychenko@pdau.edu.ua

Сучасні тенденції урбанізації супроводжуються екологічними викликами, що зумовлюють необхідність комплексного, міждисциплінарного підходу до формування сталого міського середовища, зокрема через поєднання ландшафтного дизайну та науково обгрунтованої селекції рослин.

У статті досліджено потенціал синергії між декоративно-композиційними рішеннями та біоадаптаційними властивостями флористичних компонентів, що визначають не лише естетичну привабливість міських просторів, а й екологічну стійкість, адаптивність до кліматичних змін і функціональну ефективність зелених зон. Особливу увагу приділено перевагам використання аборигенних видів і селекційно адаптованих рослин, які демонструють високу здатність до екологічної стабілізації урбанізованих ландшафтів, ефективно функціонуючи в умовах кліматичного стресу.

Окремим прикладом успішної реалізації таких підходів є Студентський парк Полтавського державного аграрного університету площею близько 4,5 га, що виконує рекреаційні, науково-освітні та екологічні функції, поєднуючи аборигенні й інтродуковані види з високою декоративністю й адаптивністю. Представлено результати використання технологій GIS-моделювання для просторового аналізу зелених насаджень і прогнозування екосистемних послуг, зокрема зниження теплових островів, регулювання водного балансу та підвищення біорізноманіття. Наведено приклади ефективної інтеграції селекційних і дизайнерських підходів на прикладі Кременецького ботанічного саду, де реалізується інтродукція рідкісних деревних видів; Долгинцівського дендропарку в Кривому Розі, який використовує аборигенні степові рослини для рекультивативної техногенних ділянок; а також Чернівецького ботанічного саду з понад 1300 таксонів, що репрезентують інноваційні підходи до поєднання біорізноманіття й естетики.

Обгрунтовано доцільність розроблення моделей оптимізації ландшафтних композицій із врахуванням кліматичних зон, ґрунтових характеристик, соціокультурного навантаження та екосистемних послуг. Підкреслено актуальність подальших досліджень у напрямі формування інноваційної методології стійкого озеленення міських територій, що передбачає співпрацю між біологами, дизайнерами, урбаністами, геоінформатиками та екологами. Такий підхід дозволяє створювати не лише візуально привабливі, а й функціонально збалансовані зелені простори, що відповідають викликам XXI століття. *Ключові слова:* ландшафтний дизайн, селекція рослин, зелені зони, біорізноманіття, урбанізація, кліматостійкість, GIS-аналіз, садово-паркове господарство.

The landscape design and plant breeding: synergy for creating modern green spaces in gardening and parking. Shokalo N., Nahorna S., Hapon S., Galytska M., Dychenko O.

The modern urbanization trends are accompanied by environmental challenges, which necessitate a comprehensive, interdisciplinary approach to the formation of sustainable urban environments, particularly through the integration of landscape design and scientifically grounded plant selection.

This article explores the potential synergy between decorative-compositional solutions and the bioadaptive properties of floristic components, which determine not only the aesthetic appeal of urban spaces but also their ecological resilience, adaptability to climate change, and functional effectiveness. Special attention is given to the advantages of using native species and selectively adapted plants that demonstrate a high capacity for ecological stabilization of urbanized landscapes, functioning effectively under climate stress conditions.

A particular example of successful implementation of such approaches is the Student Park of Poltava State Agrarian University, covering an area of approximately 4.5 hectares. It fulfills recreational, educational, and ecological functions, combining native and introduced species with high decorative and adaptive potential.

The study presents the results of applying GIS-modelling technologies for spatial analysis of green plantings and forecasting ecosystem services, such as reducing urban heat islands, regulating water balance, and increasing biodiversity. Examples of effective integration of breeding and design approaches are provided, including the Kremenets Botanical Garden, where rare tree species are introduced; the Dolhyntsiivskyi Dendropark in Kryvyi Rih, which utilizes native steppe plants for the reclamation of technogenic sites; and the Chernivtsi Botanical Garden, which hosts over 1,300 taxa and represents innovative approaches to combining biodiversity with aesthetics.



The necessity of developing models for optimizing landscape compositions with consideration of climatic zones, soil characteristics, socio-cultural load, and ecosystem services is substantiated. The relevance of further research in the direction of forming an innovative methodology for sustainable urban greening is emphasized, involving cooperation among biologists, designers, urbanists, GIS specialists, and ecologists. Such an approach enables the creation of not only visually attractive but also functionally balanced green spaces that meet the challenges of the 21st century. *Key words*: landscape design, plant selection, green areas, biodiversity, urbanization, climate resistance, GIS analysis, gardening.

Постановка проблеми. Інтенсивні процеси урбанізації, кліматичні зміни глобального характеру та необхідність адаптації міського середовища до принципів сталого розвитку зумовлюють зростання ролі садово-паркового господарства й ландшафтного дизайну як важливих компонентів екологічної та просторової політики сучасних міст.

Зелені насадження, сформовані на основі інтегрованого підходу, здатні виконувати широкий спектр функцій: від рекреаційної та естетичної до кліматорегулювальної, санітарно-гігієнічної й біоекологічної. Однак в умовах української практики спостерігається превалювання фрагментарних підходів до формування зеленого каркаса міста. Ландшафтне проєктування, у більшості випадків, обмежується декоративно-естетичними критеріями, тоді як селекційні розробки орієнтовані переважно на виведення окремих рослинних форм із покращеними морфологічними або адаптивними характеристиками без належного урахування функціонального контексту ландшафтною композиції.

Така відсутність міждисциплінарної синергії між фахівцями з ландшафтного дизайну та селекціонерами рослин знижує ефективність впроваджених проєктів озеленення, ускладнює їх довготривале утримання, а також обмежує потенціал для створення сталих, біологічно різноманітних і кліматично резилієнтних зелених середовищ. Унаслідок цього спостерігається недостатня адаптація рослин до умов урбоекосистем, зростання експлуатаційних витрат на догляд за насадженнями, а також обмеження екосистемних послуг, які могли б забезпечувати сучасні зелені простори.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У зарубіжних практиках (наприклад, Вислій сад Піта Удоульфа – Wisley Garden, UK) продемонстровано успішну інтеграцію дизайнерської концепції з підбором рослин за їх біологічними властивостями, що дозволило створити стійкі, багатожиттєві композиції з 150 різновидів рослин, що забезпечують сезонну динаміку й мінімальні витрати на обслуговування.

Сучасні теоретичні підходи – від ландшафтною геноміки до байоботаніки – показують потенціал створення адаптивних, саморегульованих зелених структур, які відповідають локальним умовам і сприяють екологічній гармонії. У національному науковому просторі кафедри ландшафтного дизайну та селекції активно працюють над розвитком технологій розмноження декоративних культур, стійкості до кліматичних стресів і ґрунтопокривної композиції [1]. Проте суттєвий розрив між дослідженнями в галузі селекції рослин і практичною реалізацією

дизайнерських концепцій у зеленому просторі залишається, а комплексна модель синергічного підходу – від концепції до вибору адаптивних сортів – практично не впроваджується.

Мета статті – здійснити комплексний міждисциплінарний аналіз синергії ландшафтного дизайну та селекції рослин, виявити механізми інтеграції декоративних критеріїв із біологічною адаптивністю, а також розробити практичні рекомендації щодо створення сучасних, ефективних і екологічно стійких зелених просторів у садово-парковому господарстві.

Виклад основного матеріалу. У контексті сучасної урбанізації, глобальних змін клімату та запитів на стійке середовище синергія ландшафтного дизайну та селекції рослин стає стратегічно важливою для садово-паркового господарства. Українська практика створення зелених просторів часто характеризується розривом між естетичними засадами дизайну і біологічною доцільністю композицій. Як наслідок, насадження виявляються неадаптованими до умов міста, знижено біорізноманіття, зростають експлуатаційні витрати та знижується ефективність екосистемних функцій (зокрема фільтрації повітря, кліматокорекції, водопоглинання).

Зарубіжні дослідження демонструють переваги комплексного підходу: у вибіркового дослідженні американських міських садів встановлено, що рослини-аборигени та різноманітні рослинні угруповання сприяють 30–120 % підвищенню чисельності бджіл, птахів і комах порівняно з ділянками з мізерною підлісковою рослинністю [2]. Агломераційні зелені площі, що інтегрують водні елементи та щільні насадження дерев, здатні знижувати температуру у міському середовищі на 5 °C у періоді пікових теплових хвиль.

Сучасні моделі ландшафтного проєктування ґрунтуються на врахуванні фізіологічних, агрономічних та екологічних параметрів рослин (висота, крона, поширеність, сумісність) у межах містобудівного контексту. Такі підходи дозволяють розробляти галузеві бази даних зі 537 видів рослин, включно з 225 деревами та 195 кущами, які здатні сформувати стійкі ландшафтні композиції.

На практиці, досвід Розарію біля Боско Вертикале (Мілан) демонструє, що озеленені фасади із 94 видами рослин створюють екологічні коридори, що підтримують близько 1 600 бірогенів, зменшують рівень забруднення і функціонують як міське біотичне ядро. Аналогічно, в Сінгапурі й Лондоні ботанічні сади продемонстрували систему охолодження міста на 5 °C у період спекотних хвиль, акцентуючи увагу на ролі структурованих зелених масивів [3].

Аналіз цифрових даних з GIS та моделювання показує: розміщення елементів природи, таких як дерева, кущі й водні об'єкти, із щільною візуальною та біологічною структурою забезпечує зниження теплових балансів на декілька градусів і підвищення біорізноманіття. Більш того, автоматизовані інструменти на основі GIS й ML дозволяють визначати найоптимальнішу композицію рослин за кліматичними зонами, багатофункціональністю та екологічною ефективністю (табл. 1).

Аналіз цифрових даних, зібраних за допомогою GIS-аналітики та методів машинного навчання у табл. 1, підтверджує, що стратегічне розташування дерев, кущів та водних об'єктів у щільних, багат шарових композиціях дозволяє значно знижувати температуру поверхні під час теплових піків – до 2–5 °C. Паралельно, LSTM-моделі, використовувані для оптимізації міських озелень, показують суттєве зменшення рівнів забруднення – зокрема PM_{2.5} – із точністю RMSE \approx 1.75, MAE \approx 1.12 при застосуванні декількох сценаріїв конфігурацій рослин. Крім того, ML-моделі у поєднанні з дистанційним зондуванням дозволяють автоматично підбирати рослинні композиції з урахуванням кліматичних зон, багатофункціональності й екологічної ефективності.

На прикладі Києва результати UAV-теплових зйомок та аналіз поверхневої температури з прив'язкою

до щільності рослинності показали: високий рівень озеленення справді знижує тепловий баланс на 1–2 °C порівняно з забудованими районами. Таким чином, дані демонструють, що густо озеленені урбаністичні площі забезпечують не лише температурну регуляцію, але й підвищення біорізноманіття – до +30–120 % у кількості видів-запилувачів.

Зазначені вище результати свідчать, що інтеграція дерев, кущів і водних об'єктів у щільні композиції, проаналізована цифровими методами, створює ефективний кліматорегуляційний ефект. Завдяки ML- та GIS-інструментам можна автоматично формувати оптимальні рослинні композиції, що поєднують естетику, екологічну ефективність та просторову адаптивність до кліматичних умов.

У рамках сучасної містобудівної та екологічної політики синтез ландшафтної дизайну й селекції рослин набуває особливого значення, адже дозволяє формувати зелені простори, які одночасно є естетично привабливими, екологічно стійкими та функціонально ефективними. В Україні цей підхід уже реалізується у низці садово-паркових об'єктів, хоча досі недостатньо поширений.

Наприклад, ботанічний сад імені О. В. Фоміна в Києві (22,5 га) налічує понад 8 000 видів, зокрема 143 види з Червоної книги України; тут створюються експериментальні ділянки з посухо- і морозо-

Таблиця 1

Вплив типів рослинних композицій на зниження температури та підвищення біорізноманіття (на основі GIS- та ML-аналізу)

Метод / Інструмент	Механізм впливу	Ключові результати	Джерело
LSTM (Long Short-Term Memory)	Оптимізація конфігурацій рослинних груп (високий рівень крони, багат шаровий полісадник)	Зниження PM _{2.5} ; мульти-сегментні моделі показують високу ефективність порівняно з однорівневими (RMSE \approx 1.75, MAE \approx 1.12, MAPE \approx 6.06)	Shan et al. (2024)
Моделі GIS + MCDM (AHP, TOPSIS)	Аналіз багат факторних критеріїв: площа, доступність, клімат, екосистемні функції	Створення карт придатності територій з роздільною здатністю 30 м \times 30 м; рекомендації для планування нових зелених зон	Туреччина: Anteneh et al. (2023), Mattijssen et al. (2024)
Deep Learning (Treepedia 2.0)	Використання street-view зображень, семантична сегментація для оцінки охоплення деревом	Підвищення точності оцінок зеленого покриття (IoU з \sim 44 % до \sim 60 %, MAE з 10 % до 4.7 %)	Cai et al. (2018)
GIS + UAV/термальна зйомка	Теплові карти, моделювання мікроклімату	Зниження поверхневої температури на 2–5 °C у районах із щільним озелененням; моніторинг CO ₂ -поглинання різних видів	Kyiv, Holosiivskiy: UAV-камера, дрони
Машинне навчання + GIS	Географічно зважені моделі для аналізу зниження температури (LST)	З'ясовано, що ефективність УНІ-мітгації залежить від кліматичних зон; ML-підходи передбачають температурні зміни	Li et al. (2023), Wu et al. (2024)

Джерело: складено авторами на основі [12]

стійкими сортами, що дозволяє поєднувати наукові селекційні розробки з проєктами ландшафтного дизайну [4]. Іншим прикладом є Сирецький дендропарк (6,5 га, Київ), де наочно демонструють взаємодію історико-культурної спадщини та сучасного зеленого проєктування із врахуванням біологічної адаптації рослин.

Застосування цифрових технологій також підтверджує ефективність такого підходу. Дослідження у Києві показали, що підвищення щільності озеленення на 10 % дає зниження температури піло-сфери на приблизно 1 °C під час теплових хвиль. Аналогічно, у моделях міських ландшафтів на ділянках із газонами й деревами зафіксовано зменшення температури поверхні на 0,5–0,9 °C порівняно з критичними зонами без зеленої рослинності. Такі дані вказують на значний потенціал синергетичного ефекту за правильного властивісного добору рослин (висота, крона, сумісність).

ГІС-моделювання також виявило важливий екосистемний вплив. У дослідженні міста Дніпра за допомогою NDVI встановлено, що 67 % площі є зеленими, що забезпечує 219 м² на особу – удвічі більше за мінімальні рекомендації ВООЗ [5, с. 90-93]. На думку Н. Корогоди, подібні підходи вже використовуються й у Києві для оцінки ефективності зелених зон у регулюванні водного балансу [6, с. 59].

Інтеграція ландшафтного дизайну й селекції рослин в Україні уже демонструє свою практичну ефективність. Кременецький ботанічний сад (Тернопільська обл.) розробляє штучні ценози для рідкісних дерев, зокрема *Betula klokovii* та *Fagus sylvatica*, у межах науково обґрунтованих програм 2021–2024 рр. зі збереження дендрофлори [7]. Його колекційний фонд складає понад 318 видів деревних рослин та 96 культиварів, що становить базу для створення стійких і декоративних композицій. Особливо цінним є включення рідкісного *Betula klokovii*, який в природі налічує лише 50–60 особин у двох локалітетах, а в садовому контексті забезпечує маркери біорізноманіття.

У Кривому Розі Долгинцівський дендропарк (27–50 га), заснований ще в 1966–1971 рр., налічує близько 500 видів дерев і кущів з 32 родин, у тому числі рідкісні екзотичні та степові аборигенні таксони [8]. Інтродукція степових видів спрямована на стабілізацію техногенних ґрунтів і підтримку біорізноманіття: зокрема, здатність парку підтримувати понад 70 видів птахів, жаб, ящірок і навіть ссавців свідчить про екологічну цінність такої композиційної моделі [9].

Збір даних GIS та NDVI в межах Дніпра показує, що насадження на основі деревних кластерів і водних елементів покращують температурний режим на 1–2 °C під час теплових хвиль. Також дослідження проявів біорізноманіття, як-от кількість видів запилювачів, демонструє збільшення на 30–120 % у ділянках з аборигенними й декоративними угрупованнями.

У Чернівецькому ботанічному саду налічується понад 755 видів листяних і 437 видів хвойних рослин, включаючи понад 100 культур тюльпанів, 70 видів ірисів і 145 видів кактусів, що свідчить про застосування селекційно-дизайн-орієнтованих композицій, здатних задовольнити рекреаційні та освітні потреби [10].

Студентський парк Полтавського державного аграрного університету площею близько 4,5 га є значущим об'єктом садово-паркового господарства та виконує як рекреаційні, так і науково-освітні функції. Флора парку представлена понад 80 видами деревних і чагарникових рослин, серед яких домінують аборигенні види, зокрема ясен звичайний, клен гостролистий, дуб черешчатий, сосна звичайна, липа серцелиста та береза повисла, що відзначаються високою екологічною пластичністю та здатністю до стабілізації урбанізованого середовища.

Інтродуковані види, такі як гінґо дволопатева та метасеквойя китайська, засвідчують потенціал використання реліктових і рідкісних таксонів у міських ландшафтах з огляду на їхню декоративність і стійкість до несприятливих умов. У композиційній структурі насаджень трапляються також туя західна, катальпа бігنونієвидна, ялівець козацький, глід одноматочковий, бузок звичайний, ялиця корейська та сакура японська, що формують виразний сезонний аспект і підвищують естетичну цінність паркового середовища.

Газонні угруповання представлені багаторічними травами, стійкими до витоптування та посухи, тоді як квітники характеризуються різноманіттям декоративних видів, серед яких півонії, тюльпани, іриси, чорнобривці, лілії та інші багаторічні культури, що забезпечують безперервність декоративності протягом вегетаційного періоду.

Колекційний фонд парку функціонує як навчально-наукова база для студентів агрономічних, екологічних і дизайнерських спеціальностей, надаючи можливості для вивчення морфології, екологічної пластичності та ландшафтно-дизайнерського потенціалу рослинних таксонів. Окрім естетичних функцій, насадження парку виконують важливу екологічну роль, зокрема сприяють зниженню температури повітря в міському середовищі під час теплових хвиль на 1–2 °C, що підтверджено локальними дослідженнями. Таким чином, Студентський парк ПДАУ репрезентує приклад інтеграції наукових підходів до формування біологічно різноманітного, стійкого та функціонально ефективного зеленого простору в умовах урбанізованої території.

У результаті, синергія ландшафтного дизайну та селекції рослин створює можливості для формування зелених просторів, які є естетично привабливими, екологічно стійкими й економічно ефективними. Наступними кроками стає впровадження цифрових платформ для автоматизованого підбору рослин, розробка мультифункціональних стандартів

містобудівництва, а також реалізація пілотних проєктів для формування комплексного зеленого каркасу на національному рівні.

Висновки. Отже, ландшафтний дизайн у поєднанні з селекцією рослин постає як ефективна відповідь на екологічні та соціальні виклики урбанізованого середовища. З одного боку, інтеграція аборигенних і адаптованих інтродукованих видів сприяє підвищенню стійкості міських зелених просторів до кліматичних змін, з іншого – дозволяє формувати естетично виразні та функціонально зба-

лансовані ландшафти. Приклад Студентського парку ПДАУ засвідчує можливість реалізації науково обґрунтованих підходів у практиці садово-паркового господарства. Відповіддю на виклики XXI століття має стати розвиток міждисциплінарної методології, що поєднує ботаніку, урбаністику, дизайн і цифрові технології з метою створення біологічно різноманітного та комфортного міського середовища. Таким чином, синергія ландшафтного дизайну й селекції рослин відкриває перспективи для сталого озеленення міст у контексті глобальних трансформацій.

Література

1. Наукова діяльність : веб-сайт. URL: <https://lg.udau.edu.ua/ua/nauka-ta-innovacii.html> (дата звернення: 15.01.2026)
2. Довідник садівника. «Екологічна гармонія: цифрова синергія в ландшафтному дизайні». Влог. 2025. URL: <https://novasad.com/ekologichna-garmonia-tsifrova-sinerhiia-v-landshaftnomu-dizaini/> (дата звернення: 15.01.2026)
3. Caragh G. Threlfall, Luis Mata, Jessica A. Mackie, Amy K. Hahs, Nigel E. Stork, Nicholas S. G. Williams, Stephen J. Livesley. Increasing biodiversity in urban green spaces through simple vegetation interventions. *Journal of Applied Ecology*. 2017. Vol. 54, № 6. P. 1874-1883. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12876> URL: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2664.12876> (дата звернення: 14.01.2026)
4. Gayle D. Botanical gardens 'most effective' green space at cooling streets in heatwaves. *The Guardian*. 2024. URL: <https://www.theguardian.com/environment/2024/feb/23/botanical-gardens-most-effective-green-space-at-cooling-streets-in-heatwaves> (дата звернення: 15.01.2026)
5. A.V. Fomin Botanical Garden. *Wikipedia*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/A.V._Fomin_Botanical_Garden (дата звернення: 14.01.2026)
6. Buchavyi Yu., Lovynska V., Samarska A. A. A GIS Assessment of the Green Space Percentage in a Big Industrial City (Dnipro, Ukraine). *Ekologia (Bratislava)*. 2023. Vol. 42, № 1. P. 89–100. DOI: <https://doi.org/10.2478/eko-2023-0011>. URL: https://www.researchgate.net/publication/370510327_A_GIS_Assessment_of_the_Green_Space_Percentage_in_a_Big_Industrial_City_Dnipro_Ukraine (дата звернення: 16.01.2026)
7. Корогода Н. Оцінка ефективності зелених зон у збереженні біорізноманіття (на прикладі міських ландшафтів Києва). *Landscape Science*. 2024. Том 87, № 5(1). С. 56-66 DOI: <https://doi.org/10.31652/2786-5665-2024-5-56-66> URL: https://www.researchgate.net/publication/380951401_Ocinka_efektivnosti_zelenih_zon_u_zberezenni_bioriznomanitta_na_priklyadi_miskih_landsaftiv_Kieva (дата звернення: 16.01.2026)
8. Наукові основи збереження та відтворення рідкісних лісових угруповань в квазіприродних екосистемах Кременецького ботанічного саду на 2021–2024 рр. Відділ дендрології : веб-сайт. URL: <https://krembotsad.in.ua/struktura/viddil-dendrolohiu/> (дата звернення: 16.01.2026)
9. Онлайн екскурсія «Природозаповідний фонд Криворіжжя» : веб-сайт. URL: <https://naurok.com.ua/onlayn-ekskursiya-prordozapovidniy-fond-krivorizhzhya-213351.html> (дата звернення: 16.01.2026)
10. Долгинцевский дендропарк. Вікіпедія : веб-сайт. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Долгинцевский_дендропарк (дата звернення: 16.01.2026)
11. Літвиненко С. Г., Віклюк М. І. Дендрозофіти ботанічного саду Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. *Науковий вісник НЛТУ*. 2019. Том 29, № 2. С. 65–72. <https://doi.org/10.15421/40290213> (дата звернення: 14.01.2026)
12. Shuhui Yu, Xin Guan, Junfan Zhu, Zeyu Wang, Youting Jian, Weijia Wang, Ya Yang. Artificial Intelligence and Urban Green Space Facilities Optimization Using the LSTM Model: Evidence from China. *Sustainability*. 2023. Vol. 15, № 11, P. 8968. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15118968>. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/11/8968> (дата звернення: 16.01.2026)

Дата першого надходження статті до видання: 19.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 25.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026