УДК: 581.524.2 + 574.472 + 57.087 (477.63) https://doi.org/ 10.31548/biologiya2020.01.012
http://journals.nubip.edu.ua/

КОРЕЛЯЦІЙНІСТЬ ДЕНДРОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА ІНДЕКСІВ РІЗНОМАНІТНОСТІ ДЕРЕВОСТАНІВ САДОВО-ПАРКОВИХ КУЛЬТУРФІТОЦЕНОЗІВ КРИВОРІЖЖЯ

В. М. САВОСЬКО, *кандидат біологічних наук,*
доцент кафедри ботаніки та екології
E-mail: savosko1970@gmail.com
ORCID: 0000-0002-6943-1111
Н. В. ТОВСТОЛЯК , *здобувач кафедри ботаніки та екології*
Криворізький державний педагогічний університет
E-mail: t8920@meta.ua
ORCID: 0000-0001-9736-7404
Ю. В. ЛИХОЛАТ, *доктор біологічних наук, професор,*
завідувач кафедри фізіології та інтродукції рослин
Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: lykholat2006@ukr.net
ORCID: 0000-0003-3354-8251
І. П. ГРИГОРЮК, *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. *Проаналізовано кореляційні залежності дендрометричних показників та індексів різноманітності масивних деревостанів садово-паркових культурфітоценозів Криворіжжя для фітооптимізації навколишнього природного середовища. Польові й камеральні дослідження проведено за загальноприйнятими методиками на 10 об'єктах озеленення і 22 тимчасових моніторингових ділянках, де були з'ясовані: флористичний склад, густота насаджень, висота й діаметр стовбура, сума площ поперечних перерізів, запас стовбурної деревини масивних деревостанів. За класичними формулами розраховані індекси різноманітності деревостанів: Шеннона, Пієлу, Сімпсона та Маргалефа.*

Установлено, що в садах і парках Криворіжжя масивні деревостани сформовано з 22 видів, які належать до 13 родів, 12 родин та відділу Покритонасінні. Дендрометричні показники деревостану підтверджують, що види деревних рослин перебувають у стресовому стані внаслідок постійного впливу несприятливих екологічних чинників натурагенного та антропічного генезису. Доведено, що

між дендрометричними показниками та індексами різноманітності деревостанів садово-паркових культурфітоценозів є статистично значущий зв'язок.

Серед дендрометричних показників, густота насаджень та запас стовбурної деревини виявилися найчутливішими до значень індексів різноманітності деревостанів. Серед індексів різноманіття індекс вирівняності Пієлу виявився найінформативнішим показником.

Ключові слова: *масивні деревостани, садово-паркові культурфітоценози, флористичний склад, дендрометричні показники, індекси різноманіття, Криворіжжя.*

Актуальність.

На початку Третього тисячоліття в промислових регіонах України садово-паркові культурфітоценози залишаються провідним чинником формування середовища життєдіяльності людини. Доведено, що їхні фітооптимізаційні, фітомеліоративні та фіторекреаційні функції реалізуються в повному обсязі завдяки наявності в їхньому складі масивних деревостанів [1-4]. У більшості промислових регіонах України наявні садово-паркові насадження створювали у 60-70-х рр. XX ст. з використанням тогочасних досягнень агротехніки та наукової думки. Тому, для сучасних міських садів та парків притаманні певні особливості їхньої структурно-функціональної організації. Проте, сьогодення несе нові виклики, у тому числі і для екологічної науки. Зокрема, у промислових містах степової зони України, види деревних рослин зазнають негативного впливу посушливості клімату, забруднення довкілля та наслідків глобального потепління [5-7]. У результаті цього вони пригнічуються та передчасно зменшують свої екологічні послуги та фітофункції [8-10].

У зв'язку з цим, досі залишається актуальним обґрунтування оптимальної моделі деревних насаджень. Вона повинна враховувати їхню відповідність екологічним умовам розташування з оптимальною внутрішньою організацією. За таких обставин деревні насадження будуть спроможні максимально використовувати екологічні ресурси як території їхнього розташування, так і створеного ними ценотичного середовища. З часом вони трансформуються в стійкі й фітомеліоративно високоефективні фітоценози. Важливим аспектом у розробці такої моделі є з'ясування залежностей між дендрометричними показниками сучасного стану деревостанів та характеристиками їхньої видової організації (індексами біорізноманіття).

Звідси витікає нагальна потреба з'ясування кореляційності між цими показниками деревостанів садово-паркових культурфітоценозів Криворіжжя (СПКФЦК).

Метою дослідження було з позицій екосистемного підходу проаналізувати кореляційні залежності між дендрометричними показниками та індексами різноманітності деревостанів садово-паркових культурфітоценозів Криворіжжя.

Матеріал і методи досліджень.

Нами протягом 2015 – 2019 рр. комплексно досліджено масивні деревостани (СПКФЦК), які використовує

населення регіону. Під час польових вишукувань маршрутно-рекогносцировочним методом обстежено сади та парки регіону. У 10 об'єктах озеленення закладено 22 тимчасові моніторингові ділянки, у межах яких для кожного екземпляра, за загальноприйнятими методиками [11-13], встановлювали попередню видову приналежність, вимірювали висоту та діаметр стовбура (на відстані 1,3 м від землі).

У камеральних умовах за визначником [11] уточнювали видову назву деревних рослин. Номенклатуру та систематичну упорядкованість таксонів надано згідно з Міжнародним індексом наукових назв рослин – IPNI, http://www.ipni.org/ [14]. За загальноприйнятими методиками [12, 13] розраховували дендрометричні показники деревостану, зокрема густоту насаджень (Na, шт/га), діаметр стовбура (Da, см), висоту дерев (Ha, м), запас стовбурної деревини (Va, $м^3$/га) та суму площ поперечних перерізів (Ga, $м^2$/га). Установлювали вік насаджень (за архівними матеріалами) та розраховували відносні дендрометричні показники, як діаметр стовбура (Dr, см*$рік^{-1}$), висоту дерева (Hr, м*$рік^{-1}$), запас стовбурної деревини (Vr, $м^3$/га*$рік^{-1}$) та суму площ поперечних перерізів (Gr, $м^2$/га*$рік^{-1}$).

Різноманітність деревостанів СПКФЦК оцінювали за допомогою індексів: різноманітності Шеннона і Сімпсона, вирівняності Пієлу та багатства Маргалефа, які розраховували за класичними методиками [15-18] з використанням формул 1, 2, 3 та 4.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S}\left(\frac{ni}{N}\right) * \ln\left(\frac{ni}{N}\right) \qquad (1)$$

де: H' – індекс різноманітності Шеннона, S – кількість видів у межах тимчасової моніторингової ділянки, ni – оцінка «значущості» і-го виду, N – загальна оцінка «значущості» видів у межах тимчасової моніторингової ділянки, ln – натуральний логарифм.

$$Eq = \frac{H'}{\ln(S)} \qquad (2)$$

де: Eq – індекс вирівняності Пієлу, H' – індекс різноманітності Шеннона, S – кількість видів у межах тимчасової моніторингової ділянки, ln – натуральний логарифм.

$$E = \sum_{i=1}^{S}\left(\frac{ni}{N}\right)^2 \qquad (3)$$

де: E – індекс різноманітності Сімпсона, S – кількість видів **у** межах тимчасової моніторингової ділянки, ni – оцінка «значущості» і-го виду, N – загальна оцінка «значущості» видів **у** межах тимчасової моніторингової ділянки.

$$Ma = \frac{(S-1)}{\ln(N)} \qquad (4)$$

де: Ma – індекс багатства Маргалефа, S – кількість видів **у** межах тимчасової моніторингової ділянки, N – загальна оцінка «значущості» видів **у** межах тимчасової моніторингової ділянки, ln – натуральний логарифм.

За розрахунків індексів різноманітності в межах кожної тимчасової моніторингової ділянки використовували такі дендрометричні показники кожного виду: густоту насаджень, запас стовбурної деревини та суму площ поперечних перерізів.

Отримані результати розрахунків опрацьовували математично з застосуванням методів і алгоритмів варіаційної та кореляційної статистики [19].

Результати дослідження та їхнє обговорення.

Загальна характеристика СПКФЦК. Формування садів і парків Криворіж-

жя, екологічні умови територій їхнього розташування, флористичний склад і ботаніко-географічну характеристику та еколого-ботанічну обумовленість поширеності видів деревних рослин, а також основні показники деревостанів СПКФК розглянуто у попередніх наших публікаціях [20-24]. У подальшому наводимо загальну характеристику СПКФЦК в обсязі, який необхідний для розуміння загальної логіки статті.

У Криворізькому гірничо-металургійному регіоні більшість садів і парків створено в 30-х та 50-60-х роках ХХ ст. одночасно з його бурхливою індустріалізацією. Проте в 70-80-х роках ХХ ст. значна кількість запланованих об'єктів озеленення залишилася лише в проектах [21]. Наприкінці ХХ ст. та початку ХХІ ст. негативні явища в садово-парковому будівництві лише посилилися. Водночас, значна кількість садів і парків потрапили в депресивні мікрорайони Криворіжжя, до зони шахтних обвалень або залишилися поза увагою колишніх власників та міської влади.

Ріст і розвиток деревних рослин відбувається за інтегрального впливу екологічних чинників, котрі, у свою чергу, поділяють на натурагенні та антропічні [2, 25]. Серед природних чинників критичними, і тому найзначущими, є родючість (трофність) та, особливо на Криворіжжі, вологість (гідрологічність) ґрунтів. Серед антропічних чинників суттєве забруднення атмосферного повітря значно погіршує екологічні умови зростання видів деревних рослин.

Загалом, поєднуючи можливі ефекти взаємодії природних грунтово-гідрологічних показників й антропічних чинників забруднення атмосферного повітря [4, 6] ми виділили сприятливі (СУ), відносно сприятливі (ВСУ), відносно несприятливі (ВНУ) зони екологічних умов росту й розвитку рослин у деревостанах садів і парків Криворіжжя.

За результатами проведеної оцінки [20-22] і даними інших авторів [26-28] у парках, садах і скверах Криворіжжя зростає понад 150 видів деревних і чагарникових рослин. Проте масивні деревостани СПКФЦК сформовані лише з 23 видів, що належать до 13 родів, 12 родин і відділу Покритонасінні. Нами в межах однієї моніторингової ділянки виявлено від 1 до 8 видів дерев (в середньому від 4 до 5). Водночас, на 7 ділянках (31,82 % від їхньої загальної кількості) є лише 1-2 види дерев, 3 (13,64 %) – 2-4, 9 (40,91 %) 4-6 та 3 (13,64 %) – 6-8. У межах моніторингових ділянок масивних деревостанів СПКФЦК алахтонними (не місцевими) є 14 видів дерев (або 60,87 % від їхньої загальної кількості). Серед видів **у** масивних деревостанах СПКФЦК максимальну загрозу для фіторізноманіття регіону становлять робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.) та клен ясенелистий (*Acer negundo* L.), які, згідно А.В. Зав'ялової [29], віднесено до чорного списку (Black List) як найнебезпечніші інвазійні рослини. За даними Г.Н. Шоль [30], ці види становлять суттєву загрозу для збереження біорізноманіття видів деревних рослин на Криворіжжі.

Дендрометричні показники деревостану СПКФЦК. За результатами наших досліджень, масивні деревостани СПКФЦК відзначаються типовими абсолютними дендрометричними показниками [24]. Так, густота насаджень становить 500-700 шт/га, висота – 14-18 м, діаметр – 25-32 см, запас стовбурної деревини – 200-450 м^3/га й сума площ поперечних перерізів – 30-50 м^2/га (рис. 1).

Середні значення дендрометричних показників масивних деревостанів СПКФЦК цілком узгоджуються, з показниками лісових фітоценозів Криворіжжя [4, 6] та з даними інших авторів, які отримано в промислових регіонах степової зони України [31-33].

На нашу думку, для об'єктивного аналізу сучасного стану масивних деревостанів СПКФЦК доцільно застосування відносних значень дендрометричних показників. Вони, зазвичай, відображають приріст (м*рік$^{-1}$, см*рік$^{-1}$), зміни запасу та загальної продуктивності (м^2*га$^{-1}$*рік$^{-1}$, м^3*га$^{-1}$*рік$^{-1}$) деревостанів у певних екологічних умовах (рис. 2).

Установлено, що в зоні сприятливих екологічних умов відносні дендрометричні показники масивних деревостанів СПКФЦК мають такі середні значення: висоту дерев – 0,35-0,40 м*рік$^{-1}$, діаметр – 0,65-0,80 см*рік$^{-1}$, запас стовбурної деревини – 7,50-10,50 м^3/га*рік$^{-1}$, суму площ поперечних перерізів – 0,8-1,0 м^2/га*рік$^{-1}$ (рис. 2).

Установлені нами значення відносних дендрометричних показни-

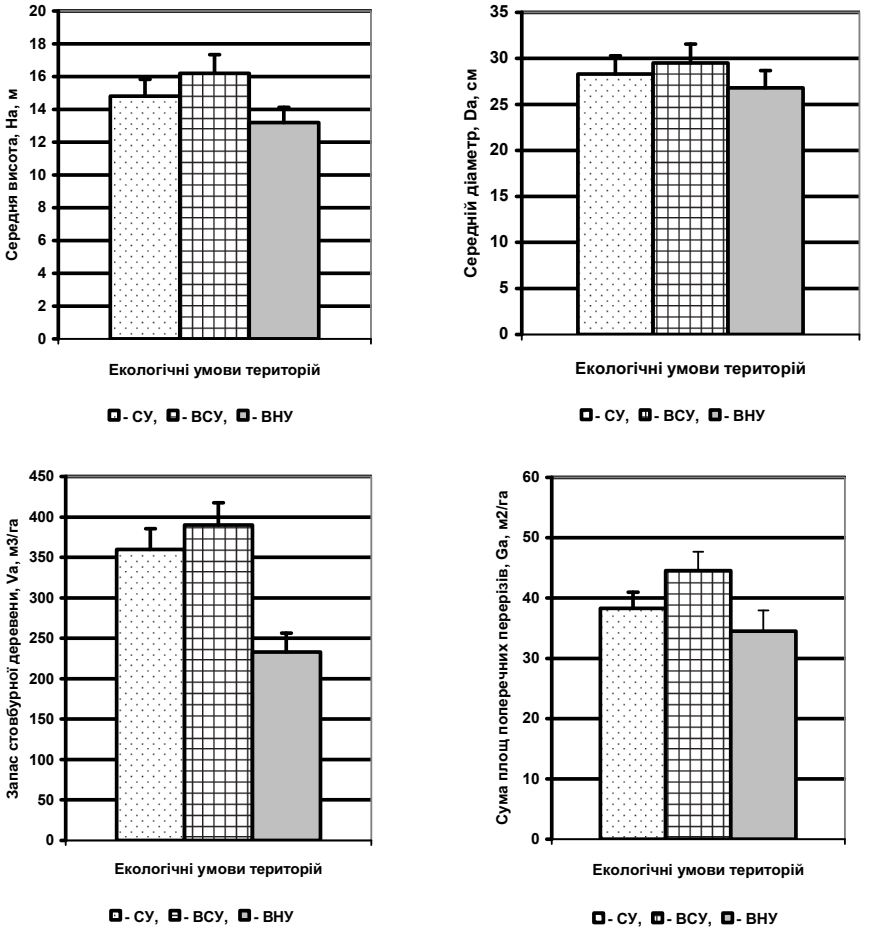

Рис. 1. Абсолютні дендрометричні показники деревостанів СПКФЦК

ків деревостанів СПКФЦК деревних рослин провідних родин збігаються з нормативними даними росту та розвитку [33, 34]. Проте названі показники на 15-25 % вищі, ніж лісових культурфітоценозів у Криворізькому регіоні [4, 6].

Зміна екологічних умов територій розташування СПКФЦК істотно, проте різновекторно, вплинула на відносні дендрометричні показники масивних деревостанів. Так, у зоні відносно сприятливих екологічних умов ми встановили збільшення ($P < 0,05$), порівняно з екологічною зоною сприятливих умов, їхнього: середнього діаметра на 7,04 %, запасу стовбурної деревини – 8,87, середньої висоти – 13,51 та суми площ поперечних перерізів – 16,67 %. Одночасно визначено, що в зоні відносно несприятливих екологічних умов, навпаки, простежується достовірне зменшення ($P < 0,05$) діаметра і висоти відповідно на 9,86 та 10,81 %,. У цих умовах наінтенсивніше зниження відносних дендрометричних показників було притаманне для суми площ поперечних перерізів – на 14,58 та запасу стовбурної деревини – на 24,28 %.

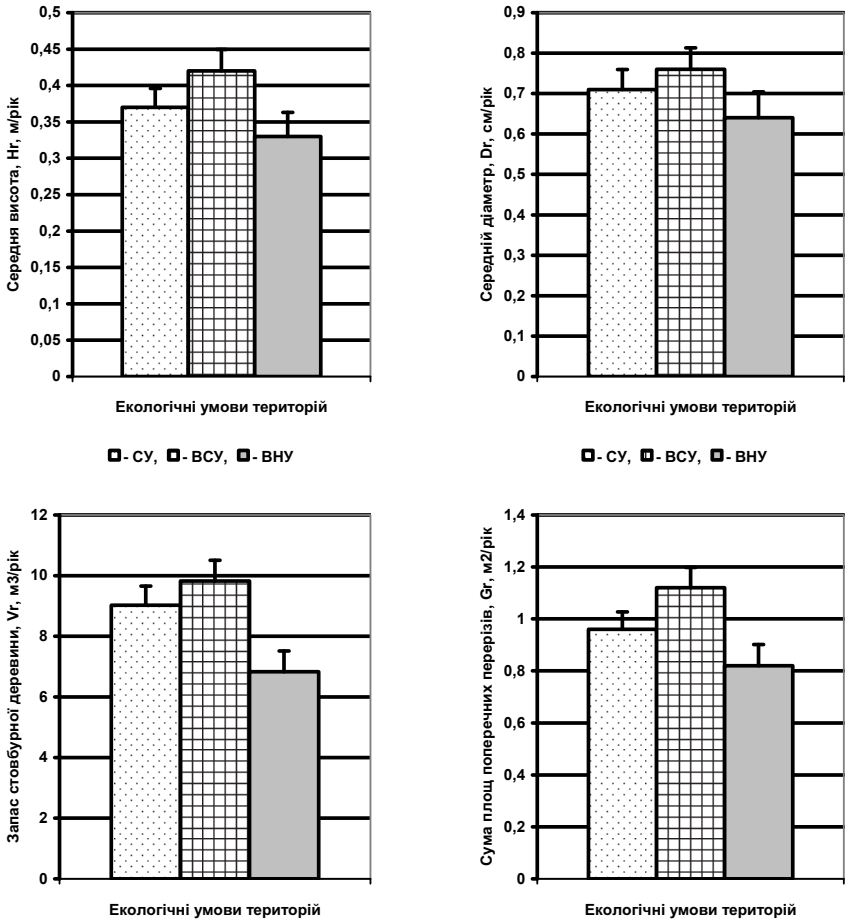

Рис. 2. Відносні дендрометричні показники деревостанів СПКФЦ

*Показники різноманітності деревостану СПКФЦК***.** Відповідно до сучасної наукової думки, під α-різноманіттям окремих фітоценозів розуміють їхне видове багатство, визначене за допомогою спеціальних індексів, розрахунок яких здійснюють на основі значень кількості та відносної рясності видів [35, 36, 37]. Найчастіше для оцінки різноманіття рекомендують використовувати інформаційні індекси: різноманітності Шеннона, вирівняності Пієлу, домінування Сімпсона, а також відносного видового багатства Маргалефа [38, 39, 40, 41].

Аналіз отриманих результатів показав, що значення індексу різноманітності Шеннона деревостанів СПКФЦК коливається в діапазоні від 0,75 до 1,61 за середнього значення 0,99 (табл. 1).

Показано, що індекс різноманіття Шеннона показує складність структури природного або штучного угруповання, який грунтується на кількісній представленості видів рослин. Він, зазвичай, коливається в межах від 0,5 до 4,5 [42-44]. Отримані нами результати свідчать щодо спрощеної видової структури масивних деревостанів СПКФЦК. Отримані у відносно сприятливої і відносно несприятливої екологічних зонах чисельні значення цього індексу були на 22-49 % нижчі за показники зі сприятливої зони росту та розвитку рослин деревостанів (табл. 1).

Числові значення індексу Шеннона, які розраховано з використанням даних густоти насаджень деревостану в зонах сприятливих і відносно сприятливих екологічних умов виявилися на 21-32 % більшими, порівняно з показниками запасу стовбурної деревини та суми площ поперечних перерізів.

Фактично індекс вирівняності Пієлу є «похідною» індексу різноманітності Шеннона (див. формулу 2 розрахунку цього показника). Зазвичай, цей індекс коливається від 0 до 1, водночас, вищі його числові значення свідчать щодо про вирівняності розподілу видів та їхньої відносної рясності [36, 45, 46]. За нашими розрахунками, значення індексу вирівняності Пієлу деревостанів СПКФЦК змінюється від 0,53 до 0,86 за середнього значення 0,63 (табл. 1). Отримані результати підтверджують вирівняність деревостанів, що значно відрізняється від показників природних лісових фітоценозів [36, 38]. У результаті прослідковуються певні тенденції щодо змін числових значень індексу вирівняності Пієлу залежно від умов територій деревостанів та способів розрахунку.

Закономірності домінування видів у фітоценозах наочно відображає індекс різноманітності Сімпсона. У сучасному розумінні він маніфестує імовірність приналежності будь-яких двох особин у виборці до двох різних видів. Водночас його мінімальне значення зареєстровано в умовах найбільшої вирівняності фітоценозу (всі види мають однакову рясність), а максимальне – домінування одного виду [42, 47]. Нашими розрахунками встановлено, що значення індексу різноманітності Сімпсона деревостанів СПКФЦК становлять 0,24-0,60 за середнього значення 0,50 (табл. 1). Простежуються невисокі рівні різноманітності деревостанів СПКФЦК. Зокрема, проглядається чітка тенденція щодо збільшення числових значень наявного індексу залежно від екологічних умов територій розташування деревостанів. Так, на теренах відносно сприятливих та відносно несприятливих умов наявний показник

в 1,2-2,4 рази перевищував значення, які отримано в зоні сприятливих екологічних умов. У зонах сприятливих і відносно сприятливих екологічних умов на основі показників густоти насаджень деревостану розраховано числові значення індексу Сімпсона, що були на 15-85 % нижчими за показники запасу стовбурної деревини та суми площ поперечних перерізів (табл. 1).

За сучасними науковими поглядами, індекс Маргалефа маніфестує щільність видів (видове багатство) на певній території. Тому, чим вище його числові значення на окремій ділянці тим більшим видовим багатством досліджена ділянка може бути охарактеризована [35, 38, 48, 49]. Згідно з нашими розрахунками, показники індексу видового багатства Маргалефа деревостанів СПКФЦК змінюються від 0,87 до 36,97 за середнього значення 7,55 (табл. 1). За способами розрахунків числові значення цього показника в зоні сприятливих умов значно більші, ніж в інших екологічних зонах.

Загалом, масивні деревостани садів і парків Криворіжжя мають спрощену видову структуру, що підтверджено всіма розрахованими індексами біорізноманіття.

Кореляційність дендрометричних показників та індексів різноманітності. Кореляційні розрахунки підтвердили, що між абсолютними дендрометричними показниками та

1. Індекси різноманітності деревостанів СПКФЦК

Спосіб розрахунку, за	Зони екологічних умов росту та розвитку рослин деревостанів								
	Сприятливі			Відносно сприятливі			Відносно несприятливі		
	M	m	V, %	M	m	V, %	M	m	V, %
Індекс різноманітності Шеннона									
N	1,61	0,14	17,53	0,97	0,20	67,77	0,81	0,25	81,05
V	1,08	0,30	55,19	0,75	0,20	88,01	0,84	0,25	77,84
G	1,25	0,27	43,09	0,78	0,21	86,95	0,85	0,26	79,98
Індекс вирівняності Пієлу									
N	0,86	0,03	7,96	0,67	0,12	56,91	0,59	0,15	64,94
V	0,56	0,14	51,44	0,53	0,11	70,86	0,63	0,14	59,67
G	0,66	0,12	36,42	0,55	0,12	70,16	0,63	0,15	61,87
Індекс різноманітності Сімпсона									
N	0,24	0,04	31,63	0,51	0,10	62,78	0,58	0,12	54,90
V	0,46	0,15	66,41	0,60	0,10	53,26	0,55	0,12	57,90
G	0,39	0,13	64,52	0,58	0,10	56,82	0,56	0,13	59,83
Індекс багатства Маргалефа									
N	1,99	0,26	25,96	1,06	0,21	68,01	0,87	0,27	81,52
V	2,23	0,32	28,52	1,24	0,28	75,34	1,22	0,35	76,32
G	36,97	13,98	75,64	7,79	84,18	35,81	14,55	1,05	79,21

Примітки: статистичні показники: M – середня арифметична, m – абсолютна похибка середньої, V, % – коефіцієнт варіації; способи розрахунку: за N – за густотою насаджень, за V – за запасом стовбурної деревини, за G – за сумою площ поперечних перерізів

індексами різноманітності деревостанів СПКФЦК простежується статистично значущий зв'язок (табл. 2). Показано, що достовірні 69 коефіцієнтів кореляції Пірсона (за можливих 180). У 35 випадках вони підтверджують наявність прямого зв'язку ($r^2 > 0$), тобто, у разі зростання чисельних значень індексів різноманітності деревостанів СПКФЦК відбувалося збільшення значень абсолютних дендрометричних показників. Для 34 інших випадків, навпаки, простежувався зворотній кореляційний зв'язок ($r^2 < 0$). На підставі оцінки сили кореляційного зв'язку між абсолютними дендрометричними показниками та індексами різноманітності деревостанів СПКФЦК нами встановлено певні закономірності. Так, у 51 випадках прослідковувався слабкий зв'язок ($0,3 < \left| r^2 \right| < 0,5$), 13 – середній ($0,5 < \left| r^2 \right| < 0,7$) та 5 – сильний ($0,7 < \left| r^2 \right| < 0,9$). У межах матриці випадків дуже сильного кореляційного зв'язку ($\left| r^2 \right| > 0,9$) не виявлено.

Серед дендрометричних показників, густота насаджень та запас стовбурної деревини виявилися найчутливішими до значень індексів різноманітності деревостанів СПКФЦК. За вектором зменшення кількості випадків і силою кореляційного зв'язку вони упорядковувалися в такий ряд: Na > Va > Ha > Da > Ga. Серед індексів різноманіття індекс вирівняності Пієлу виявився найінформативнішим показником. Індекси різноманіття за вектором зменшення кількості випадків і силою кореляційного зв'язку вишукувалися в такий ряд: Eq > (Ma > E > H'). За результатами кореляційного аналізу, серед способів розрахунку отримані нами за показниками запасів стовбурної деревини індекси різноманіття виявилися найінформативні. За вектором зменшення кількості випадків і силою кореляційного зв'язку способи розрахунку індексів різноманіття розташовувалися у такий сосіб: за V > за N > за G. Екологічні умови територій розташування СПКФЦК, певним чином, вплинули на кореляційність дендрометричних показників та індексів різноманітності деревостанів. У відносно несприятливих екологічних умовах визначено найчисельнішу кількість випадків і найбільшу силу кореляційного зв'язку.

Відносні дендрометричні показники деревостанів більш адекватніше маніфестують їхній сучасний стан. Тому, між ними та індексами різноманітності деревостанів СПКФЦК проглядається статистично значущий зв'язок (табл. 3). За нашими розрахунками, достовірні 49 коефіцієнтів кореляції Пірсона (за можливих 144). У 29 випадках вони доводять наявність прямого ($r^2 > 0$), а у 20 – зворотного кореляційного зв'язку ($r^2 < 0$). На підставі оцінки сили кореляційного зв'язку між відносними дендрометричними показниками й індексами різноманітності деревостанів СПКФЦК у 39 випадках виявлено слабкий зв'язок ($0,3 < \left| r^2 \right| < 0,5$), 7 – середній ($0,5 < \left| r^2 \right| < 0,7$) та 3 – сильний ($0,7 < \left| r^2 \right| < 0,9$). Випадків дуже сильного кореляційного зв'язку ($\left| r^2 \right| > 0,9$) у межах матриці не проглядалось.

З'ясовано, що серед відносних дендрометричних характеристик, показники запасу стовбурної деревини виявилися найчутливішими до значень індексів різноманітності деревостанів СПКФЦК. За вектором зменшення кількості випадків і силою кореляційного зв'язку вони упорядковувались у такий ряд: Vr >

2. Кореляційна матриця залежностей значень абсолютних дендрометричних показників та індексів різноманітності деревостанів СПКФЦК

Індекси різноманітності		Зони екологічних умов територій розташування	Абсолютні дендрометричні показники				
Назва	Спосіб розрахунку, за		Na	Ha	Da	Va	Ga
Індекс різноманітності Шеннона	N	СУ	-0,379	0,087	0,472	-0,245	-0,057
		ВСУ	-0,275	-0,363	-0,033	0,299	0,144
		ВНУ	-0,563	0,256	0,186	0,355	0,087
	V	СУ	-0,226	-0,408	-0,023	-0,528	-0,320
		ВСУ	-0,184	-0,157	0,202	0,236	0,196
		ВНУ	-0,487	0,361	0,152	0,403	0,079
	G	СУ	-0,289	-0,250	0,152	-0,449	-0,240
		ВСУ	-0,213	-0,165	0,200	0,243	0,185
		ВНУ	-0,491	0,348	0,151	0,402	0,079
Індекс вирівняності Пієлу	N	СУ	-0,362	0,002	0,397	-0,301	-0,104
		ВСУ	-0,575	0,048	0,306	-0,009	-0,229
		ВНУ	-0,774	0,631	0,206	0,403	-0,040
	V	СУ	-0,362	-0,469	-0,094	-0,554	-0,349
		ВСУ	-0,575	0,153	0,393	-0,017	-0,056
		ВНУ	-0,774	0,791	0,114	0,441	-0,104
	G	СУ	-0,289	-0,250	0,152	-0,449	-0,240
		ВСУ	-0,213	-0,165	0,200	0,243	0,185
		ВНУ	-0,491	0,348	0,151	0,402	0,079
Індекс різноманітності Сімпсона	N	СУ	0,368	-0,033	-0,425	0,281	0,087
		ВСУ	0,357	0,263	-0,057	-0,223	-0,054
		ВНУ	0,665	-0,404	-0,192	-0,382	-0,035
	V	СУ	0,243	0,371	-0,020	0,510	0,301
		ВСУ	0,186	0,132	-0,216	-0,237	-0,192
		ВНУ	0,634	-0,461	-0,180	-0,397	-0,031
	G	СУ	0,276	0,288	-0,111	0,469	0,259
		ВСУ	0,226	0,128	-0,222	-0,224	-0,162
		ВНУ	0,626	-0,454	-0,161	-0,394	-0,018
Індекс багатства Маргалефа	N	СУ	-0,393	0,177	0,548	-0,182	-0,005
		ВСУ	-0,225	-0,446	-0,112	0,327	0,187
		ВНУ	-0,442	0,078	0,227	0,278	0,153
	V	СУ	0,276	0,385	0,704	-0,024	0,119
		ВСУ	0,226	-0,643	-0,329	0,290	0,231
		ВНУ	0,626	-0,146	-0,016	-0,054	-0,099
	G	СУ	-0,378	0,673	0,860	0,242	0,308
		ВСУ	-0,177	0,202	0,319	-0,007	-0,083
		ВНУ	0,311	-0,270	0,214	0,166	0,364

Примітки: зони екологічних умов росту та розвитку деревостанів: СУ – сприятливі ВСУ – відносно сприятливі, ВНУ – відносно несприятливі; способи розрахунку: N – за густотою насаджень, V – за запасом стовбурної деревини, G – за сумою площ поперечних перерізів; жирним шрифтом виділені значення статистично значущих коефіцієнтів кореляції (P<0,05).

3. Кореляційна матриця залежностей значень відносних дендрометричних показників та індексів різноманітності деревостанів СПКФЦ

Індекси різноманітності		Зони екологічних умов територій розташування	Відносні дендрометричні показники			
Назва	Спосіб розрахунку, за		Hr	Dr	Vr	Gr
Індекс різноманітності Шеннона	N	СУ	0,096	0,476	-0,244	-0,049
		ВСУ	-0,354	-0,036	0,301	0,145
		ВНУ	0,237	0,200	0,355	0,089
	V	СУ	-0,386	-0,020	-0,527	-0,313
		ВСУ	-0,155	0,202	0,236	0,198
		ВНУ	0,339	0,163	0,404	0,080
	G	СУ	-0,231	0,155	-0,448	-0,232
		ВСУ	-0,161	0,200	0,242	0,187
		ВНУ	0,326	0,163	0,403	0,080
Індекс вирівняності Пієлу	N	СУ	0,014	0,401	-0,301	-0,096
		ВСУ	0,046	0,301	-0,010	-0,228
		ВНУ	0,625	0,226	0,404	-0,042
	V	СУ	-0,445	-0,091	-0,553	-0,343
		ВСУ	0,146	0,392	-0,017	-0,054
		ВНУ	0,782	0,130	0,442	-0,108
	G	СУ	-0,231	0,155	-0,448	-0,232
		ВСУ	-0,161	0,200	0,242	0,187
		ВНУ	0,326	0,163	0,403	0,080
Індекс різноманітності Сімпсона	N	СУ	-0,044	-0,429	0,280	0,079
		ВСУ	0,257	-0,054	-0,223	-0,054
		ВНУ	-0,388	-0,209	-0,383	-0,035
	V	СУ	0,349	-0,023	0,510	0,301
		ВСУ	0,131	-0,215	-0,236	-0,194
		ВНУ	-0,443	-0,193	-0,397	-0,030
	G	СУ	0,268	-0,115	0,468	0,252
		ВСУ	0,025	-0,287	0,149	0,128
		ВНУ	-0,436	-0,175	-0,394	-0,018
Індекс багатства Маргалефа	N	СУ	0,183	0,552	-0,181	0,003
		ВСУ	-0,436	-0,115	0,327	0,188
		ВНУ	0,057	0,236	0,279	0,157
	V	СУ	0,384	0,708	-0,023	0,126
		ВСУ	-0,632	-0,329	0,290	0,231
		ВНУ	-0,166	-0,009	-0,054	-0,093
	G	СУ	0,661	0,863	0,242	0,313
		ВСУ	0,203	0,320	-0,008	-0,079
		ВНУ	-0,254	0,222	0,165	0,364

Примітки: зони екологічних умов росту та розвитку деревостанів: СУ – сприятливі ВСУ – відносно сприятливі, ВНУ – відносно несприятливі; способи розрахунку: N – за густотою насаджень, V – за запасом стовбурної деревини, G – за сумою площ поперечних перерізів; жирним шрифтом виділені значення статистично значущих коефіцієнтів кореляції ($P<0,05$).

Hr > Dr > Gr. Як і в попередньому випадку, серед індексів різноманіття індекс вирівняності Пієлу виявився найінформативнішим показником. Наявні індекси за вектором зменшення кількості випадків і силою кореляційного зв'язку розмістилися так: Eq > Ma > H' > E. Серед способів розрахунку, отримані за показниками запасів стовбурної деревини, індекси різноманіття також виявилися найінформативні. За вектором зменшення кількості випадків і силою кореляційного зв'язку способи розрахунку індексів різноманіття були в аналогічному попередньому ряду: за V > за N > за Ga. У сприятливих екологічних умовах установлено максимальну кількість випадків і силу кореляційного зв'язку.

Висновки і перспективи.

Деревостани садово-паркових культурфітоценозів Криворіжжя є відображенням науково-практичних досягнень часів свого створення. Для них притаманний збіднений флористичний склад (містять лише 23 види деревних рослин) і спрощена видова структура, що підтверджується розрахованими нами індексами різноманіття Сімпсона й Шеннона, вирівняності Пієлу та багатства Маргалефа. Окрім того, у цих деревостанах у значній кількості виявлено інвазійно активні й небезпечні для природних екосистем, зокрема, види-трансформери, зокрема *Robinia pseudoacacia* й *Acer negundo*.

Абсолютні і відносні дендрометричні показники деревостану підтверджують, що види деревних рослин садово-паркових культурфітоценозів Криворіжжя перебувають у стресовому стані внаслідок постійного впливу несприятливих екологічних чинників натурагенного (дефіциту вологи й потепління клімату) та антропічного (забруднення довкілля) генезису. Такі чинники можуть спричинити передчасне старіння і зменшення фітомеліоративних функцій та екологічні послуги деревних рослин.

Між дендрометричними показниками та індексами різноманітності деревостанів садово-паркових культурфітоценозів Криворіжжя виявлено статистично значущий зв'язок, що підтверджується кореляційними розрахунками. Такі дендрометричні показники, як густота насаджень і запас стовбурної деревини були найчутливішими до значень індексів різноманітності деревостанів. Серед індексів різноманіття індекс вирівняності Пієлу був найінформативнішим показником. Тому, у перспективі доцільно продовжити розробку еколого-математичної моделі із залученням методів дисперсійного та регресійного аналізів.

References

1. Bertram, C., & Rehdanz, K. (2015). The role of urban green space for human well-being Author links open overlay panel. Ecological Economics, 120, 139-152. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.10.013
2. Haaland, C., & Konijnendijkvan den Bosch, C. (2015). Challenges and strategies for urban green-space planning in cities undergoing densification: a review. Urban Forestry & Urban Greening, 14 (4), 760-771. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.07.009
3. Lykholat, Yu. V., Khromykh, N. A., Ivan'ko, I. A., Matyukha, V. L., Kravets, S. S., Didur, O. O., Alexeyeva, A. A., & Shupranova, L. V. (2017). Assessment and prediction of the invasiveness of some alien plants in conditions Assessment and prediction of the invasiveness

of some alien plants in conditions of climate change in the steppe Dnieper region. Biosystems Diversity, 25 (1), 52-59. https://doi.org/10.15421/011708

4. 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 Kryvorizhzhia [Heterogeneity of biometric characteristics of cultivated forest communities in environmental conditions at Kryvorizhzhya]. Bìoresursi ì prirodokoristuvannâ [Biological Resources and Nature Management], 10 (1-2), 14-23. http://dx.doi.org/10.31548/bio2018.01.002 (in Ukrainian)
5. Derkzen, M.L., Teeffelen, A. J. A., Nagendra, H., & Verburg, P.H. (2017). Shifting roles of urban green space in the context of urban development and global change. Current Opinion in Environmental Sustainability, 29, 32-39. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.10.001
6. Savosko, V. M., & Kvitko, M. O. (2017). Suchasnyj zhyttyevyj stan lisovyx kulturfitocenoziv Kryvorizhzhya [Modern life condition of forest kulturpflanzen Kry`vorizhzhya]. Visnyk Lvivskogo universytetu Seriya biologichna [Visnyk of Lviv University Biological series], 75, 75-82. Retrieved from http://publications.lnu.edu.ua/bulletins/index.php/biology/article/view/7987 (in Ukrainian)
7. Booth, T. H. (2018). Species distribution modelling tools and databases to assist managing forests under climate change. Forest Ecology and Management, 430, 196-203. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.08.019
8. Jennifer R. W., Byrne, J., & Newell, J. P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities 'just green enough'. Landscape and Urban Planning, 125, 234-244. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.017
9. Kabischabc, N., Strohbacha, M., Haasead, D., & Kronenberge, J. (2016). Urban green space availability in European cities. Ecological Indicators, 70, 586-596. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.02.029
10. Janhäll, S. (2015). Review on urban vegetation and particle air pollution – deposition and dispersion. Atmospheric Environment, 105, 130-137. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.01.052
11. Dobrochaeva, D. N., Kotov, M. Y., Prokudyn, Yu. N., & Barbarych, A. Y. (1999). Opredelytel vysshykh rastenyi Ukrayny [A Guide to the Identification of higher plants from Ukraine]. Fitosotsiotsentr. (in Russian)
12. Hrom, M. M. (2005). Lisova taksatsiia. [Forest Taxation]. Ukrainian State Forestry University. (in Ukrainian)
13. West, P. W. (2009). Tree and Forest Measurement. Springer-Verlag.
14. IPNI, (2020). The International Plant Names Index. http://www.ipni.org.
15. Shannon, C. E., Wiener W. (1949). The mathematical theory of communication. University of Illinois Press.
16. Pielou, E. C. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of Theoretical Biology, 13, 131-144.
17. Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. Nature, 163, 688.
18. Margalef, R. (1958). Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton. In: A.A Buzzati-Traverso (ed.), Perspectives in Marine biology (pp. 323-347). University of California Press.
19. McDonald, J. H. (2014). Handbook of biological statistics. Sparky house publishing.
20. Savosko, V. M. & Tovstolyak N. V. (2016). Ekoloho–botanichna obumovlenist poshyrenosti derevno–chaharnykovykh vydiv u vyznachnykh parkakh ta skverakh istorychnoho tsentru Kryvorizhzhia [The ecological and botanical dependence of the tree and shrub species occurrence in outstanding parks and squares at Kryvorizhzhya historical centre]. Introduktsiia roslyn [Plant introduction], 3 (71), 85-95. Retrieved from https://www.plantintroduction.org/index.php/pi/article/view/126/118 (in Ukrainian)

21. 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. Retrieved from https://www.ujecology.com/articles/ecological-conditions-of-garden-and-park-territories-of-former-iron-mines-kryvyi-rih-basin-ukraine.pdf (in Ukrainian)
22. Savosko, V. M., & Tovstolyak, N. V. (2018). Rozvytok i suchasnyi stan sadiv ta parkiv kolyshnikh zaliznykh rudnykiv Kryvorizhzhia [Development and modern state of gardens and parks of former iron mines at Kryvorizhzhya]. Pytannia stepovoho lisoznavstva ta lisovoi rekultyvatsii zemel [Issues of steppe forestry and forest reclamation of soils], 47, 54-63. https://doi.org/10.15421/441807 (in Ukrainian)
23. Savosko, V. M., Tovstolyak, N. V., Lykholat, Yu. V., & Grygoryuk, I. P. (2019). Minlyvist botaniko-ekolohichnykh pokaznykiv derevostaniv sadovo-parkovykh kulturfitotsenoziv Kryvorizhzhia [Variability of botanical and ecological indicators of woodlands in gardens & parks cultivated plant communities at Kryvyi Rih District]. Biological systems: theory and innovation, 10 (3), 13-26. http://dx.doi.org/10.31548/biologiya2019.03.013 (in Ukrainian)
24. Savosko, V. M., & Tovstolyak, N. V. (2019). Ekolohichni osoblyvosti suchasnoho stanu derevno-chaharnykovykh vydiv roslyn u sadakh i parkakh kolyshnikh zaliznykh rudnykiv Kryvorizhzhia [Ecological aspects of the tree and shrub plants species current state in gardens and parks of former iron mines at Kryvorizhzhya]. Visnyk Lvivskoho universytetu Seriia biolohichna [Visnyk of the Lviv University. Series Biology], 80, 105-117. http://dx.doi.org/10.30970/vlubs.2019.80.12 (in Ukrainian)
25. Jorgensen, S. E. (2011). Handbook of Ecological Models Used in Ecosystem and Environmental Management. Taylor & Francis Group.
26. Fedorovskiy, V. D., Terlyga, N. S., Danylchuk, O. V., Yukhimenko, Yu. S, & Danilchuk, N. M. (2012). Mynule ta suchasne parkiv i skveriv centralnoji chastyny m. Kryvyi Rih [Past and modern parks and parks of the central part of the city of Kryvyi Rih]. Ahrobiolohija [Agrobiology], 8 (94), 169–171. Retrieved from https://agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/agrobiologiya/agro%2094.pdf (in Ukrainian)
27. Fedorovskiy, V. D., Terlyga, N. S., Yukhimenko, Yu. S., Danilchuk, O. V., Danilchuk, N. M., & Lapteva, O. V. (2013). Vydovyj sklad ta zhyttjevyj stan derevno–chagarnykovoi' roslynnosti parkiv ta skveriv m. Kryvyi Rih [Specific composition and vital state of arboreal-shrub vegetation of parks and public gardens of Kryvyi Rih]. Introdukcija Roslyn [Plant Introduction], 3, 73-79. Retrieved from https://www.plantintroduction.org/index.php/pi/article/view/308/292 (in Ukrainian)
28. Terlyga, N. S., Danylchuk, O. V., Yukhimenko, Yu.S., Fedorovskiy, V. D., & Danylchuk, N. M. (2015). Kultyvovana dendroflora parkiv i skveriv Kryvoho Rohu: istorychni aspekty formuvannja ta suchasnyj stan [Cultivated dendroflora of parks and parks of Kryvyi Rih: historical aspects of formation and modern state]. Vìsnik Harkìvskogo nacìonalnogo agrarnogo unìversitetu. Serìâ Bìologiâ [The bulletin of Kharkiv national agrarian university. Sseries biology], 2 (35), 93-101. Retrieved from https://knau.kharkov.ua/vsnik-hnau-2015-vip-2.html 2015.02.093-101.terlyga_et_al.pdf (in Ukrainian)
29. Zavialova, L. V. (2017). Vydy invaziinykh roslyn, nebezpechni dlia pryrodnoho fitoriznomanittia obiektiv pryrodno-zapovidnoho fondu Ukrainy [The most harmful invasive plant species for native phytodiversity of protected areas of Ukraine]. Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu. Biolohiia (Biolohichni systemy) [Scientific Herald of Chernivtsi University. Biology (Biological Systems)], 9 (1), 87-107. Retrieved from https://doi.org/10.31861/biosystems2017.01 (in Ukraine)
30. Shol, H. (2016). Analiz spontannoho elementu flory zelenykh nasadzhen Kryvoho Rohu ta invaziina aktyvnist vydiv-introdutsentiv [Analysis of the spontaneous element of Kryvyi Rih

green areas and invasive activity of introduced species]. Visnyk Lvivskoho universytetu Seriia biolohichna [Visnyk of the Lviv University. Series Biology], 71, 96-106. Retrieved from http://publications.lnu.edu.ua/bulletins/index.php/biology/article/view/4156 (in Ukraine)

31. Ivanchenko, O. Ie. (2013). Inventaryzatsiia ta otsinka stanu derevnykh nasadzhen parku im. M.I. Kalinina m. Dnipropetrovsk [Inventory and evaluation of tree plantations kalinin's park in Dnepropetrovsk]. Pytannia bioindykatsii ta ekolohii [Problems of bioindications and ecology], 18 (2), 211–226. Retrieved from http://sites.znu.edu.ua/bioindication/issues/2013-18-2/20.pdf (in Ukrainian).
32. Kabar, A. M., & Martynova, N. V. (2017) Vyvchennia stanu nasadzhen parkiv im. Bolodi Dubinina ta im. L. V. Pysarzhevskoho v misti Dnipro [The study of urban parkland condition in the Parks of Volodya Dubinin and Pisarzhevsky in the Dnepr City]. Lisove i sadovo-parkove hospodarstvo [Forest and garden-park households], 12. Retrieved from http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Lis/article/view/9559 (in Ukrainian)
33. Lakyda, P. I. Shvidenko, A. Z., Shhepashhenko, D. G., Vasylyshyn, R. D., Bilous, A. M., Lakyda, I. P., & Matushevych, L. M. (2013). Biotychna produktyvnist lisiv Ukrayiny v yevropejskomu ekoresursnomu vymiri [Biotic productivity of Ukrainian forests within european ecoresource dimension]. Bioresursy i pryrodokorystuvannya [Biological Resources and Nature Management], 5-6, 99-106. Retrieved from http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/article/view/3264 (in Ukrainian)
34. Lakyda, P. I. (2002). Fitomasa lisiv Ukrainy [Phytomass of Forests at Ukraine]. Zbruch. (in Ukrainian)
35. Gamito, S. (2010). Caution is needed when applying Margalef diversity index. Ecological Indicators, 10, 550–551. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.07.006
36. Kaufman, S., Hauck, M., & Leuschner Ch. (2017). Comparing the plant diversity of paired beech primeval and production forests: Management reduces cryptogam, but not vascular plant species richness. Forest Ecology and Management, 400 (15), 58-67. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.05.043
37. Blood, A., Starr, G., Escobedo, F., Chappelka, A., & Staudhammer, C. (2016). How Do Urban Forests Compare? Tree Diversity in Urban and Periurban Forests of the Southeastern US. Forests, 7, 120, 1-5. https://doi.org/10.3390/f7060120
38. Konijnendijk, C. C. (2018) A Forest of Diversity. In: The Forest and the City. Future City (vol. 9, pp. 185-194). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75076-7_13
39. Martins, B., & Pereira, A. N. (2018). Index for evaluation of public parks and gardens proximity based on the mobility network: A case study of Braga, Braganza and Viana do Castelo (Portugal) and Lugo and Pontevedra (Spain). Urban Forestry & Urban Greening, 34, 134-140. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.06.014
40. Liquete, C., Cid, N., Lanzanova, D., Grizzetti, B., & Reynaud, A. (2016). Perspectives on the link between ecosystem services and biodiversity: the assessment of the nursery function. Ecological Indicators, 63, 249-257. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.11.058
41. Dan, Z., Haifeng, Z., Xingyuan, H., Zhibin, R., Chang, Z., Xingyang, Y., Zhixia, M., & Peijiang, W. (2016). Effects of forest type and urbanization on species composition and diversity of urban forest in Changchun, Northeast China. Urban Ecosystems, 19 (1), 455-473. https://doi.org/10.1007/s11252-015-0473-5
42. Spake, R., & Doncaster, P. (2017). Use of meta-analysis in forest biodiversity research: key challenges and considerations. Forest Ecology and Management, 400 (15), 429-437. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.05.059
43. Santini, S. L., Belmaker, J., Costello, M. J., Pereira, H. M., Rossberg, A. G., Schipper, A. M., Ceausu, S., Dornelas, M., Hilbers, J. P., Hortal, J., Huijbregts, M. A. J., Navarro, L. M.,

Schiffers, K. H., Visconti, P., & Rondinini, C. (2017). Assessing the suitability of diversity metrics to detect biodiversity change. Biological Conservation, 213, 341-350. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.08.024

44. Livesley, S. J., Escobedo, F. J., & Morgenroth, J. (2016). The Biodiversity of Urban and Peri-Urban Forests and the Diverse Ecosystem Services They Provide as Socio-Ecological Systems. Forests, 7, 291, 1-5. https://doi.org/10.3390/f7120291
45. Vacek, Z. (2017). Structure and dynamics of spruce-beech-fir forests in Nature Reserves of the Orlické hory Mts. in relation to ungulate game. Central European Forestry Journal, 63, 23–34. https://doi.org/10.1515/forj-2017-0006
46. Ucar, Z., Bettinger, P., Merry, K., Siry, J., Bowker, J. M., & Akbulut, R. (2016). A comparison of two sampling approaches for assessing the urban forest canopy cover from aerial photography. Urban Forestry and Urban Greening, 16, 221-230. https://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2016.03.001
47. Kim, G. (2016). Assessing urban forest structure, ecosystem services, and economic benefits on vacant land. Sustainability, 8, 679. https://doi.org/10.3390/su8070679
48. Ciesielski, M., & Sterenczak, K. (2019). Accuracy of determining specific parameters of the urban forest using remote sensing. iForest - Biogeosciences and Forestry, 12 (6), 498-5010. https://doi.org/10.3832/ifor3024-012
49. Verma, P., & Raghubanshi, A. S. (2018). Urban sustainability indicators: challenges and opportunities. Ecological Indicators, 93, 282-291. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.05.007

V. M. Savosko, N. V. Tovstolyak, Yu. V. Lykholat, I. P. Grygoryuk (2020). CORRELATION BETWEEN DENDOMETRIC INDICATORS AND STANDS DIVERSITY INDICES IN GARDENS & PARKS CULTIVATED PLANT COMMUNITIES AT KRYVYI RIH DISTRICT. *BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 11(1): 12-27. http://journals.nubip.edu.ua/. https://doi.org/10.31548/biologiya2020.01.012.*

Abstract. *For a natural environment phyto-optimization a correlation dependencies between dendometric indicators and a stand diversity indices in gardens & parks cultivated plant communities at Kryvyi Rih district had been analyzed. In 22 research plots at 10 gardens & parks both field and desk studies were conducted by conventional methods. In each plot: floral composition has been documented; woody stems of diameter at breast height and woody height were measured; tree-density, basal area of the tree and volume of the tree were computed. The woodlands diversity indices (Shannon's diversity, Pielou's evenness, Simpson's diversity and Margalef's richness) were calculated by classical formulas*

The taxonomic composition of the stand contained 23 species from 13 genera, 12 families and one department - Polotonosynye. The dendrometric indicators of the stand confirmed that forest species plants are in a stress state as a permanent impact result by adverse environmental factors that are natural and anthropogenic genesis. The correlated calculations confirmed that between the dendrometric indices and the stands indices diversity is a statistically significant relationship. Among the dendrometric indicators, the tree-density and volume of the tree were the most sensitive to the stands indices diversity. Among the diversity indices, Pielou's evenness index was the most informative indicator

Keywords: *woodlands, gardens & parks cultivated plant communities, floristic composition, dendrometric indicators diversity indices and Kryvyi Rih district.*