

МІНЛИВІСТЬ БОТАНІКО-ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЕРЕВОСТАНІВ САДОВО-ПАРКОВИХ КУЛЬТУРФІТОЦЕНОЗІВ КРИВОРІЗЬКОГО

В. М. САВОСЬКО, кандидат біологічних наук,
доцент кафедри ботаніки та екології
E-mail: savosko1970@gmail.com

Н. В. ТОВСТОЛЯК, здобувач кафедри ботаніки та екології
Криворізький державний педагогічний університет
E-mail: t8920@meta.ua

Ю. В. ЛИХОЛАТ, доктор біологічних наук, професор,
завідувач кафедри фізіології та інтродукції рослин
Дніпровський національний університет ім. Олеса Гончара
E-mail: lykholat2006@ukr.net

І. П. ГРИГОРЮК³, 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

Анотація. Виявлено мінливість ботаніко-екологічних показників масивних деревостанів садово-паркових культурфітоценозів Криворізького з метою фітооптимізації навколишнього природного середовища. Польові і камеральні дослідження проведено за загальноприйнятими методиками на 10 об'єктах озеленення й 22 тимчасових моніторингових ділянках, де були досліджені: флористичний склад, інвазійна потенціальність адвентивних видів, життєвість та густина насаджень, висота і діаметр стовбура, сума площ поперечних перерізів, запас стовбурної деревини масивних деревостанів.

Установлено, що в садах і парках Криворізького масивні деревостани сформовано з 22 видів, які належать до 13 родів, 12 родин та відділу Покритонасінні. Їх основа складається з клена звичайного (*Acer platanoides* L.), липи широколистої (*Tilia platyphyllos* Scop.), робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia* L.), гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) та дубу звичайного (*Quercus robur* L.). У межах 14 дослідних ділянок (63,64 % від їхньої кількості) виявлено 8 деревних видів рослин (3478 %), які становлять інвазійну загрозу для інших природних і культивованих угруповань, серед яких види-трансформери, зокрема робінія звичайна й клен

* Здобувач кафедри ботаніки та екології, науковий керівник – кандидат біологічних наук, доцент, В. М. Савосько

ясенелистий (*Acer negundo* L.). Життєвість і відносні дендрометричні показники деревостану підтверджують, що деревні види рослин перебувають в стресовому стані внаслідок постійного впливу несприятливих екологічних чинників натуралізованого та антропогенного генезису.

Ключові слова: масивні деревостани, садово-паркові культурфітоценози, флористичний склад, інвазійна потенціальність, життєвість, дендрометричні показники, мінливість, Криворіжжя

Актуальність.

В індустріальних регіонах садово-паркові культурфітоценози (СПКФЦ) забезпечують формування середовища життєдіяльності людини. Вони здатні покращувати мікроклімат і упорядковувати архітектурно-планувальну структуру міст та сприятливо впливати на психічний стан людей в умовах емоційно-навантаженого ритму життя (Lykholat et al., 2017; Haaland & Konijnendijkvan den Bosch, 2015; Kabischabc et al., 2016; Savosko, 2014). У складі СПКЦФ фітомеліоративні функції реалізуються завдяки наявності в їхньому складі масивних деревостанів, які здатні до активного формування фітогенного поля (Bertram & Rehdanz, 2015; Savosko et al., 2018a).

Однак, в окремих промислових містах степової зони, деревні види рослин зазнають постійного впливу забруднення довкілля та наслідків глобального потепління і посушливості клімату (Derkzen et al., 2017; Savosko & Kvitko, 2017). У результаті цього вони пригнічуються, передчасно старіють і зменшують свої екологічні потенції (Jennifer et al., 2014; Savosko et al., 2018a). У зв'язку з цим, дотепер ґрунтовно не досліджена мінливість ботаніко-екологічних показників масивних деревостанів садово-паркових культурфітоценозів в промислових регіонах степової зони

України, зокрема в Криворізькому гірничо-металургійному регіоні.

На Криворіжжі останніми часами вивченню деревних видів рослин садів та парків постійно приділяється значна наукова увага, як викладачів кафедри ботаніки та екології Криворізького державного педагогічного університету (Savosko, 2014; Savosko & Tovstolyak, 2016; Savosko & Tovstolyak, 2017), так і співробітників Криворізького ботанічного саду НАН України (Fedorovskiy et al., 2012; Terlyga et al., 2015). Проте, в більшості випадків увага вчених зосереджена на флористичних аспектах цієї наукової проблеми. У той час, як екологічна складова сучасного стану масивних деревостанів садово-паркових культурфітоценозів фактично залишається поза увагою дослідників. Звідси витікає нагальна потреба з'ясування за ботанічними та екологічними показниками сучасного стану масивних деревостанів СПКФЦ Криворіжжя.

Метою дослідження було з позицій екосистемного підходу проаналізувати функціонування ботаніко-екологічних показників: флористичний склад, інвазійну потенціальність адвентивних видів, життєвість та густоту насаджень, висоту і діаметр стовбура, суму площ поперечних перерізів, запас стовбурної деревини деревостанів садово-паркових культурфітоценозів Криворіжжя.

Матеріал і методи досліджень.

Нами протягом 2015-2018 рр. досліджено мінливість масивних деревостанів садово-паркових культурфітоценозів Криворіжжя (СПКФЦК), які активно використовує населення регіону. Під час польових досліджень маршрутно-рекогносцировочним методом обстежено всі основні сади та парки регіону. У 10 об'єктах озеленення закладено 22 тимчасові моніторингові ділянки, в межах яких для кожного екземпляра за загальноприйнятими методиками (Hrom, 2005; West, 2009) встановлювали видову приналежність, проводили вимірювання висоти та діаметра стовбура (на відстані 1,3 м від землі), визначали відносний життєвий стан дерева (Alekseev, 1989) за ознаками щільності крони, ступеня пошкодження листків (за дефоліацією і декромацією) та наявності мертвих гілок.

В камеральних умовах за визначником (Dobrochaeva et al., 1999) уточнювали видову назву. Номенклатуру таксонів та їхню систематичну упорядкованість надано згідно Міжнародного індексу наукових назв рослин – IPNI, <http://www.ipni.org/> (IPNI, 2019). Українські назви наведено відповідно до словника українських наукових і народних назв судинних рослин (Kobiv, 2004). За загальноприйнятими методиками (Hrom, 2005; West, 2009) розраховували абсолютні дендрометричні показники деревостану, зокрема, густоту насаджень (шт/га), діаметр стовбура (см), висоту дерев (м), запас стовбурної деревини (м³/га) та суму площ поперечних перерізів (м²/га). Враховуючи вік насаджень (встановлено за архівними матеріалами) розраховували відносні дендрометричні показники: діаметр стовбура (см*рік⁻¹), висоту дерева (м*рік⁻¹), запас стовбурної деревини

(м³/га*рік⁻¹) та суму площ поперечних перерізів (м²/га*рік⁻¹).

Життєвість деревостану встановлювали за методикою В.А. Алексєєва (Alekseev, 1989) з використанням формул 1 та 2.

$$L_1 = \frac{(100 * n_1 + 70 * n_2 + 40 * n_3 + 5 * n_4)}{N} \quad (1)$$

де: L_1 – життєвість деревостану за показниками кількості дерев, умовних балів; n_1 – кількість здорових дерев на ділянці (шт.); n_2 – кількість ослаблених дерев на ділянці (шт.); n_3 – кількість сильно ослаблених дерев на ділянці (шт.); n_4 – кількість відмираючих дерев на ділянці (шт.); 100, 70, 40, 5 – коефіцієнти, що виражають життєвий стан здорових, ослаблених, сильно ослаблених та відмираючих дерев; N – загальна кількість дерев на ділянці (шт.).

$$L_2 = \frac{(100 * V_1 + 70 * V_2 + 40 * V_3 + 5 * V_4)}{V} \quad (2)$$

де: L_2 – життєвість деревостану за показниками запасу стовбурної деревини умовних балів; v_1 – запас деревини здорових дерев на ділянці (м³); v_2 – запас деревини ослаблених дерев на ділянці (м³); v_3 – запас деревини сильно ослаблених дерев на ділянці (м³); v_4 – запас деревини відмираючих дерев на ділянці (м³); 100, 70, 40, 5 – коефіцієнти, що виражають життєвий стан здорових, ослаблених, сильно ослаблених та відмираючих дерев; V – загальний запас стовбурної деревини на ділянці, включаючи сухостій (м³).

Життєвість деревостану СПКФЦК оцінювали за наступною шкалою: здоровий деревостан – 80-100 умовних балів (у.б.); ослаблений – 50-80 у.б.; сильно ослаблений – 20-50 у.б. і повністю зруйнований – нижче 20 у.б. (Alekseev, 1989).

Отримані результати всіх розрахунків опрацьовували матема-

тично з використанням методів і алгоритмів варіаційної статистики (McDonald, 2014).

Результати дослідження та їхнє обговорення.

Ботаніко-екологічні показники СПКФЦК. На Криворіжжі міські сади і парки у сучасному розумінні почали створювати наприкінці XIX початку XX ст. одночасно з «залізною лихоманкою». Проте вони були малочисельні й до теперішнього часу фактично не збереглися. Бурхлива індустріалізація колишнього СРСР у 20-30-ті рр. XX ст. зумовила потужний розвиток м. Кривий Ріг та шахтарських селищ. Одночасно із зведенням промислових підприємств відбувалося будівництво об'єктів соціально-культурного побуту, в тому числі і створення численних садів і парків (Savosko & Tovstolyak, 2017).

У повоєнні часи місто продовжувало активно розвиватися, особливо після початку будівництва у 50-60-их рр. надпотужних гірничо-збагачувальних комбінатів. Центр міста, шахтарські і робітничі селища поступово розбудовувалися, збільшувалися й з'єднувалися та формували сучасне урбаністичне обличчя Криворіжжя. За тогочасною традицією, разом з промисловим і житловим будівництвом в м. Кривий Ріг в 60-80 роках XX ст. планували й масштабне зелене будівництво. Проте, за певних обставин значна кількість об'єктів озеленення залишилася лише в проектах (Savosko & Tovstolyak, 2017). Наприкінці XX ст. та початку XXI ст. негативні явища в садово-парковому будівництві міста лише посилювалися. Так, значна кількість садів і парків потрапили у депресивні регіони Криворіжжя (де за-

вершено видобуток залізної руди), до зони шахтних обвалень або просто залишилися поза увагою колишніх власників (гірничорудних підприємств) та міської влади.

СПКФЦК, які активно використовує населення і мають у своєму складі масивні деревостани розпочали створювати ще у 20-30 рр. XX ст. (табл. 1). Саме в цей час були закладені насадження парків ім. Федора Мершавцева (1929 р.), «Руданівський» (1930 р.), ім. Богдана Хмельницького (1935 р.) та біля Палацу культури шахти «Родіна» (1938 р.). Однак, під час Другої світової війни їхні деревостани суттєво постраждали. У повоєнні роки було розроблено і впроваджено комплекс заходів з докорінної реконструкції існуючих садів і парків, а також створено визначні об'єкти озеленення Криворіжжя, в основному в проміжок часу 1945-1965 рр. Зелені насадження скверу кінотеатру «Юність» (створений у 1975 р.) можна вважати наймолодшими серед досліджених нами садів та парків регіону.

Ріст та розвиток деревних видів рослин, як відомо, відбувається за інтегрального впливу екологічних чинників, котрі умовно поділяють на натурагенні (природні) та антропогенні (Haaland & Konijnendijkvan den Bosch, 2015; Jorgensen, 2011; Savosko et al., 2018a). Серед природних факторів критичними і тому найзначущими є родючість (трофність) та, особливо, вологість (гідрологічність) ґрунтів.

Основу ґрунтового покриття Криворіжжя становлять чорноземи звичайні і чорноземи південні, які відзначаються достатньо високим рівнем родючості (Savosko, 2015). В сучасному лісознавстві, їх класифікують як «сугруди» (Vedmid & Rasporina, 2010).

В регіоні також поширені надродючі лучно-чорноземні ґрунти, які ві-

1. Загальна характеристика СПКФЦК

Об'єкт озеленення	Рік створення	Площа, га	Грунтово-гідрологічні умови	Забруднення атмосферного повітря	Екологічні умови території
Парк «Північний»	1963	27,0	Сухі-свіжі сугруди	Порівняно значне	Відносно сприятливі
Парк рудника «Першого Травня»	1949	8,0	Сухі-свіжі сугруди	Порівняно значне	Відносно сприятливі
Парк «Тернівський»	1963	7,7	Сухі-свіжі сугруди	Середнє	Відносно сприятливі
Парк «Шахтарський»	1950	42,8	Сухі-свіжі сугруди	Середнє	Відносно сприятливі
Парк «Затишний»	1962	3,6	Сухі сугруди	Середнє	Відносно несприятливі
Сад кінотеатру «Юність»	1975	3,5	Сухі сугруди	Середнє	Відносно несприятливі
Парк біля ПК шахти «Родіна»	1938	4,9	Сухі сугруди	Порівняно значне	Відносно несприятливі
Парк «Руданівський»	1930	14,0	Вологі сугруди	Порівняно значне	Відносно сприятливі
Парк ім. Федора Мершавцева	1929	36,0	Вологі груди	Незначне	Сприятливі
Парк ім. Богдана Хмельницького	1935	42,0	Сухі сугруди	Значне	Відносно несприятливі

домі як «груди» (Vedmid & Raspopina, 2010). Проте гідрологічні показники едафотопів Криворіжжя є менш сприятливими для росту і розвитку деревних видів рослин. У більшості випадків ґрунти регіону відносять до сухих та свіжих. Лише на окремих територіях зустрічаються вологі та сирі категорії ґрунтів (Savosko, 2015).

Наявність низки гірничо-металургійних підприємств Криворізького регіону зумовлює суттєве забруднення атмосферного повітря, що погіршує екологічні умови зростання деревних видів рослин. Згідно класифікаційної схеми, розрізняють значну (З), порівняно значну (ПЗ), середню (С), незначну (НЗ) та періодично незначну (ПН) зони забруднення атмосфери (Savosko et al., 2018a).

Поєднуючи можливі ефекти взаємодії природних ґрунтово-гідроло-

гічних показників і антропогенних чинників забруднення атмосферного повітря (Savosko et al., 2018a) нами виділено сприятливі (С), відносно сприятливі (ВС), відносно несприятливі (ВН) зони екологічних умов росту та розвитку дерев і чагарників в садах і парках Криворіжжя (табл. 1).

Флористичний склад масивних деревостанів СПКФЦК. За результатами наших досліджень (Savosko, 2014; Savosko & Tovstolyak, 2016) і даними інших авторів (Fedorovskiy et al., 2012; Terlyga et al., 2015) в парках, садах й скверах Криворіжжя зростає понад 150 видів дерев та чагарників. Проте масивні деревостани садово-паркових культурфітоценозів регіону сформовані лише з 23 видів, що належать до 13 родів, 12 родин та відділу – Покритонасінні.

За кількістю родів і видів провідними родинами нами визначено:

в'язові (*Ulmaceae* Mirb.) – 2 роди й 4 види, кленові (*Aceraceae* Juss.) – 1 рід й 4 види та бобові (*Fabaceae* Lindl.) – 2 роди й 3 види. Слід зазначити, що такий перелік провідних родин масивних деревостанів є абсолютно нетиповим для флористичного складу парків, садів й скверів (Savosko, 2014; Terlyga et al., 2015), лісових культурфітоценозів (Savosko et al., 2018a), а також девастованих земель (Savosko et al., 2018b) Криворіжжя.

Масивні деревостани СПКФЦК відрізняються певними особливостями видового насичення. Так, 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.

Наявні види дерев і чагарників характеризуються чіткими відмінностями поширення в межах окремих моніторингових ділянок масивних деревостанів СПКФЦК. Встановлено, що 10 видів дерев (45,46 % від їхньої загальної кількості) зростають на 1-2 ділянках і 5 (22,73 %) – 2-4. У межах дослідних ділянок в складі деревостану найпоширенішими видами є клен звичайний (*Acer platanoides* L.), який зустрічається на 15 ділянках (68,2 % від їх загальної кількості) та в'яз шорсткий (*Ulmus glabra* Huds.) – 9 ділянках (40,9 %).

Проведені нами розрахунки довели, що липа широколиста (*Tilia platyphyllos* Scop.), клен звичайний і гірकोкаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.) разом складають понад 50 % від загальної кількості екземплярів рослин на всіх моніторингових ділянках. Переважаюча кількість деревостану (понад 75 %) сформована, окрім означених, за уча-

сті ще таких видів як ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.) та дуб звичайний (*Quercus robur* L.).

За показником запасу стовбурної деревини основу масивних деревостанів СПКФЦК (понад 50 %) становлять клен звичайний, робінія звичайна, липа широколиста та дуб звичайний. Понад 75 % деревостану за цим показником сформовано за участі ще гледичії тернистої (*Gleditsia triacanthos* L.), в'яз шорсткого та гіркогокаштану звичайного. Аналогічні результати отримано нами за аналізу домінування окремих видів дерев в масивних деревостанах за показником «сума площ поперечних перерізів». Так, основа насаджень моніторингових ділянок (понад 50 %) сформована за участі: клена звичайного, липи широколистої, робінії звичайної та гіркогокаштану звичайного. Переважаючий склад деревостану (понад 75 %) сформований за участі також таких видів як дуб звичайний, гледичія терниста та в'яз шорсткий.

Враховуючи кількість екземплярів і дендрометричні показники деревних рослин (запас стовбурної деревини й сума площ поперечних перерізів) основу масивних деревостанів СПКФЦК становлять наступні: клен звичайний, липа широколиста, робінія звичайна, гіркогокаштан звичайний та дуб звичайний.

Інвазійна потенціальність адвентивних видів деревостанів СПКФЦК. В Україні суттєво посилюється несприятливий вплив на природні фітоценози інвазійних деревних видів рослин, які входять до складу садово-паркових культурфітоценозів. Заносні види рослин створюють реальну і значну загрозу регіональному фіторізноманіттю (Kabar et al., 2017; Lykholat et al., 2017).

У межах моніторингових ділянок масивних деревостанів СПКФЦК алахтонними (не місцевими) нами виявлено 14 видів дерев (або 60,87 % від їхньої загальної кількості). Автохтонними (місцевими, аборигенними) видами нами вважаються лише ті, які зростають в природних угрупованнях Дніпропетровської області (Tarasov, 2005) або на теренах Правобережного степового Придніпров'я (Kucherevsky, 2004).

Серед видів в масивних деревостанах СПКФЦК найбільшу загрозу для фіторізноманіття регіону становлять робінія звичайна та клен ясенелистий (*Acer negundo* L.), які, згідно А.В. Зав'ялової (Zavialova, 2017), віднесено до чорного списку (Black List) як найнебезпечніші інвазійні рослини. Крім того, їх неодноразово зазначали як види-трансформери або види-агресори, що здатні докорінно змінювати екосистеми, до яких вони потрапляють (Protopopova et al, 2014). Г. Н. Шоль (Shol, 2016) на основі комплексного аналізу спонтанного елементу флори зелених насаджень Кривого Рогу показала, що робінія звичайна і клен ясенелистий відзначаються здатністю поширюватися самосівом у зелених насадженнях і мають дуже значний ступінь імовірної загрози інвазії.

Аналіз отриманих нами результатів свідчив, що робінія звичайна зростає на 7 моніторингових ділянках СПКФЦК (31,82 % від їхньої загальної кількості). Для неї притаманна достатньо висока питома маса у загальному складі деревостану: 8,26 % – за показником кількості екземплярів дерев, 15,23 % – запасом стовбурної деревини та 12,81 % – сумою площ поперечних перерізів. Клен ясенелистий також суттєво поширений в масивних деревостанах СПКФЦК, який присутній на

15 моніторингових ділянках (68,18 %). Його питома маса у загальному складі насаджень складає: 17,41 % за показником кількості, 18,24 % запасом стовбурної деревини, 16,57 % сумою площ поперечних перерізів.

У складі масивних деревостанів СПКФЦК серед видів, що становить певну інвазійну загрозу є гледичія терниста. А.В. Зав'ялова (Zavialova, 2017) віднесла її до сірого списку (Grey List), як небезпечні інвазійні види. Г.Н. Шоль (Shol, 2016) зазначає, що цей вид здатний поширюватися самосівом у зелених насадженнях і має значний ступінь імовірної загрози інвазії. За нашими розрахунками, гледичія терниста зустрічається на 4 моніторингових ділянках (18,18 %), питома маса якої у загальному складі насаджень становить: 2,23 % за показником кількості, 7,78 % запасом стовбурної деревини та 6,50 % сумою площ поперечних перерізів.

На думку Г.Н. Шоль (Shol, 2016) у складі масивних деревостанів СПКФЦК поширюються самосівом та мають дуже значний ступінь імовірної загрози інвазії таких видів як явір (*Acer pseudoplatanus* L.), горіх волосський (*Juglans regia* L.) та каркас західний (*Celtis occidentalis* L.). Крім того, значний ступінь імовірної загрози інвазії притаманний для рай-дерева звичайного (*Cotinus coggygia* Scop.) та шовковиці чорної (*Morus nigra* L.).

У межах 14 дослідних ділянок (63,64 % від їхньої загальної кількості) масивних деревостанів СПКФЦК нами виявлено 8 деревних видів рослин (34,78 %), що мають певну інвазійну загрозу для інших природних та культивованих угруповань рослин регіону. Їхня питома маса дорівнює 17,41 % за показником кількості ек-

земпларів, 27,01 % запасом стовбурної деревини та 23,74 % сумою площ поперечних перерізів.

Ступінь життєвості деревостанів СПКФЦК. За показниками кількості стовбурів, у садово-паркових фітоценозах в зоні сприятливих екологічних умов життєвий стан деревостану за шкалою В.А. Алексєєва (Aleksseev, 1989) визначено як «здоровий» – 83-89 умовних балів (табл. 2).

В зоні сприятливих екологічних умов показники стану крони були надзвичайно високими і становили 89-92 умовних балів, а їх стан визначено як «здоровий». Показники життєвості гілок дещо менші – 82-88 умовних балів, проте їх стан також оцінено як «здоровий». Числові значення життєвості листків були найменші – 75-78 умовних балів, стан яких оцінено як «ослаблений» (табл. 2).

За показниками запасів стовбурної деревини життєвість деревостанів СПКФЦК має аналогічні закономірності. Так, загальний стан насадження оцінено як «здоровий» – 87-93 умовних балів. Окремі компоненти культурфітоценозу за по-

казниками життєвості утворюють однакову упорядкованість: крона (91-95 умовних балів, стан «здоровий») > гілки (89-95 умовних балів, стан «здоровий») > листя (77-79 умовних балів, стан «ослаблений»). Числові значення життєвого стану деревостанів СПКФЦК Криворіжжя, які розраховано за показниками запасів стовбурної деревини, на 2,2-7,9 % вище ніж за кількістю стовбурів (табл. 2).

Під впливом природних і антропогенних екологічних чинників життєвий стан деревостану СПКФЦК дещо погіршився. Так, в зоні відносно сприятливих екологічних умов виявлено зменшення числових значень життєвості ($P < 0,05$), порівняно із попередньою екологічною зоною для всіх компонентів культурфітоценозу, зокрема крони – на 6,8-8,3 %, гілок – 12-17 % та листків – 5,8-8,9 %. Стан деревостану виявився «ослаблений» за показниками кількості стовбурів (76-77 умовних балів) і запасів стовбурної деревини (78-79 умовних балів). У зоні відносно несприятливих екологічних умов погіршення життєвого стану деревостану СПКФЦК ще

2. Ступінь життєвості деревостанів СПКФЦК

Компонент СПКФЦК	Зони екологічних умов територій розташування СПКФЦК								
	Сприятливі			Відносно сприятливі			Відносно несприятливі		
	М	m	V, %	М	m	V, %	М	m	V, %
За показниками кількості стовбурів									
Крона	90,75	1,54	13,39	84,60	2,01	23,51	66,99	4,52	29,70
Листки	76,78	1,21	18,14	72,32	1,55	23,12	55,83	4,32	29,95
Гілки	85,40	3,39	17,94	74,98	2,45	24,09	62,60	3,83	28,85
Разом	86,20	3,47	18,04	76,98	2,73	24,70	63,33	4,19	30,02
За показниками запасів стовбурної деревини									
Крона	93,33	2,32	14,96	85,37	2,98	23,24	68,97	4,50	28,76
Листки	78,53	1,25	18,29	71,48	2,85	22,51	54,83	4,08	29,35
Гілки	92,15	3,30	17,16	76,75	4,51	23,81	64,14	3,91	28,49
Разом	90,33	3,17	17,02	78,03	4,96	25,35	63,87	4,48	30,97

Примітки: М – середня арифметична, m – абсолютна похибка середньої, V, % – коефіцієнт варіації

більш суттєвіше. Порівняно із зоною сприятливих екологічних умов нами виявлено зменшення числових значень життєвості ($P < 0,05$) крони – на 26-27 %, гілок – 27-31 % і листків – на 27-30 %. За показниками кількості стовбурів (59-67 умовних балів) і запасами стовбурної деревини (59-67 умовних балів) стан деревостану – «ослаблений».

Життєвий стан деревостанів СПКФЦК за виключенням зони сприятливих екологічних умов оцінено як «ослаблений». Серед компонентів культурфітоценозів найвразливішими до дії несприятливих екологічних умов природного та антропогенного генезису виявилися листки рослин. Життєвість деревостану, яку встановлено за показниками запасів стовбурної деревини, контрастніше відображає загальний гальмівний вплив екологічних умов на ріст та розвиток деревних видів рослин.

Дендрометричні показники деревостану СПКФЦК. Досліджені нами масивні деревостани СПКФЦК відзначаються типовими абсолютними дендрометричними показниками (табл. 3). Так, густина насаджень становить 500-700 шт/га, висота – 14-18 м, діаметр – 25-32 см, запас стовбурної деревини – 200-450 м³/га і сума площ поперечних перерізів – 30-50 м²/га. Такі середні значення є характерними для лісових фітоценозів Криворіжжя (Savosko & Kvitko, 2017; Savosko et al., 2018b). Наші результати, щодо дендрометричних показників масивних деревостанів СПКФЦК, узгоджуються з даними інших авторів, які були отримані в промислових регіонах степової зони України (Ivanchenko, 2013; Kabat & Martynova, 2017; Lakyda, 2002).

Масивні деревостани СПКФЦК створено в основному у 20-70 рр. XX

ст., що унеможливило порівняння їхніх абсолютних дендрометричних показників. Тому що основні характеристики деревно-чагарникових рослин (середня висота і діаметр стовбура, запас деревини й сума площ поперечних перерізів дерев) є функцією їхніх біологічних та вікових особливостей (Lakyda et al., 2011; Lakyda, et al. 2013).

Згідно нашої точки зору, для аналізу сучасного стану масивних деревостанів СПКФЦК перспективно застосування відносних значень дендрометричних показників, які відображають приріст (м*рік⁻¹, см*рік⁻¹), зміни запасу та загальної продуктивності (м³*га⁻¹*рік⁻¹, м³*га⁻¹*рік⁻¹). Також слід зазначити, що відносні дендрометричні показники апроксимуються поліномами другого порядку (квадратичної форми) (Jorgensen, 2011; Sainte-Marie, 2015).

Деревні види рослини до певного віку, зокрема до початку стадії їхньої руйнації, відзначаються збільшенням змін показників приросту, запасу та загальної продуктивності. Однак, після настання певної фази відбувається поступове їхнє зменшення. Наведену біологічну закономірність нами використано для аналізу відносних дендрометричних показників деревостану СПКФЦК. Так, вік деревостану зони сприятливих екологічних умов становить 60-80 років, що відповідає класам віку «середньовікові» та «пристиглі». Водночас, вік насаджень зон із складнішими екологічними умовами (відносно сприятливими і несприятливими) майже однаковий (40-60 років), що відповідає класу «середньовікові».

За нашими розрахунками, в зоні сприятливих екологічних умов відносні дендрометричні показники масивних деревостанів СПКФЦК

3. Мінливість дендрометричних показників деревостану СПКФЦК

Показники	Зони екологічних умов територій розташування СПКФЦК								
	Сприятливі			Відносно сприятливі			Відносно несприятливі		
	М	m	V, %	М	m	V, %	М	m	V, %
Абсолютні показники									
Густота насаджень, шт./га	530	45,2	26,0	625	40,9	22,51	540	47,8	23,81
Середня висота, м	14,8	0,61	18,78	16,2	1,28	26,09	13,2	1,61	32,19
Середній діаметр, см	28,3	2,01	21,27	29,5	1,35	15,08	26,8	1,68	16,55
Запас стовбурної деревини, м ³ /га	360	60,0	32,71	390	30,9	26,12	233	23,38	33,18
Сума площ поперечних перерізів, м ² /га	38,28	5,31	23,31	44,55	3,14	30,78	34,5	5,18	29,81
Відносні показники									
Середня висота, м*рік ⁻¹	0,37	0,01	8,78	0,42	0,02	16,09	0,33	0,01	22,19
Середній діаметр, см*рік ⁻¹	0,71	0,01	18,17	0,76	0,01	15,08	0,64	0,04	16,63
Запас стовбурної деревини, м ³ /га*рік ⁻¹	9,02	0,24	22,71	9,82	0,28	16,12	6,83	0,97	33,98
Сума площ поперечних перерізів, м ² /га*рік ⁻¹	0,96	0,04	23,07	1,12	0,06	20,78	0,82	0,05	22,81

Примітки: М – середня арифметична, m – абсолютна похибка середньої, V, % – коефіцієнт варіації

мають такі середні значення: висоти дерев – 0,35-0,40 м*рік⁻¹, діаметру – 0,65-0,80 см*рік⁻¹, запасу стовбурної деревини – 7,50-10,50 м³/га*рік⁻¹, суми площ поперечних перерізів – 0,8-1,0 м²/га*рік⁻¹ (табл. 3).

Отримані значення відносних дендрометричних показників деревостанів СПКФЦК переважно збігаються з нормативними даними росту та розвитку провідних родин деревних видів рослин (Lakyda, 2002; Lakyda, et al. 2013). Одночасно ці показники на 15-25 % вищі, ніж лісових культурфітоценозів, що розташовані в Криворізькому регіоні (Savosko & Kvitko, 2017; Savosko et al., 2018a). У зв'язком з чим ми припускаємо, що незважаючи на однотипні екологічні передумови (рівні забруднення атмосфери і ґрунтового зволоження), ріст та розвиток де-

ревно-чагарникових видів рослин, як об'єктів міського озеленення, відбувається в складніших умовах, порівняно з лісовими насадженнями.

Погіршення екологічних умов територій розташування СПКФЦК Криворіжжя різновекторно вплинуло на відносні дендрометричні показники масивних деревостанів. У зоні відносно сприятливих екологічних умов виявлено збільшення ($P < 0,05$), порівняно з попередньою екологічною зоною, всіх відносних показників: середнього діаметру – на 7,04 %, запасу стовбурної деревини – 8,87, середньої висоти – 13,51 та суми площ поперечних перерізів – 16,67 %. В той час, як в зоні відносно несприятливих екологічних умов, навпаки, простежується зменшення ($P < 0,05$) названих показників, зокрема середнього діаметру і се-

редньої висоти на 9,86 % та 10,81 %. Інтенсивніше зниження відносних дендрометричних показників було притаманне для суми площ поперечних перерізів на 14,58 та запасу стовбурної деревини – 24,28 %.

Аналіз дендрометричних показників масивних деревостанів підтверджує, що в зоні відносно сприятливих екологічних умов ріст та розвиток деревних видів рослин СПКФЦК відбувається за прихованим виснажливим сценарієм, який стає ще очевиднішим в зоні відносно несприятливих екологічних умов.

Висновки і перспективи.

Деревостани садово-паркових культурфітоценозів Криворіжжя мають несприятливі ботаніко-екологічні показники. Незважаючи на те, що в регіоні у міських парках виявлено понад 150 видів дерев і чагарників, а у ботанічних садах міст Кривий Ріг і Дніпра пройшли інтродукційне випробування понад 1000 видів дерев та чагарників, флористичний склад масивних деревостанів містить лише 23 деревні види рослин.

В деревостанах садово-паркових культурфітоценозів регіону в значній кількості виявлено інвазійно активні і небезпечні для природних екосистем, зокрема, види-трансформери – робінію звичайну (*Robinia pseudoacacia* L.) та клен ясенелистий (*Acer negundo* L.), що разом зростають на 36 % моніторингових ділянок, питома маса яких у насадженнях становить 20-25 %. Тому в подальшому доцільно приділяти більш прискіпливу увагу до цих та інших інвазійно небезпечних видів деревних рослин.

Життєвість і відносні дендрометричні показники деревостану під-

тверджують, що деревні види рослин садово-паркових культурфітоценозів Криворіжжя перебувають в стресовому стані внаслідок постійного впливу несприятливих екологічних чинників натуралізованого (дефіциту вологи і потепління клімату) та антропогенного (забруднення довкілля) генезису.

Такі зміни можуть спричинити передчасне старіння деревних видів рослин і зменшення фітомеліоративних функцій деревостанів. Тому у перспективі доцільно оцінити майбутній стан деревостанів із залученням біогеохімічних маркерів та предикторів.

References

1. Alekseev, V. A. (1989). Dyagnostyka zhyznennoho sostoiannya derev y drevo-stoev [State of health of trees and stands diagnostics]. Lesovedeniye [Forestry], 4, 51–57. (in Russian).
2. 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. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2015.10.013.
3. Derksen, 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. DOI: 10.1016/j.cosust.2017.10.001.
4. Dobrochaeva, D. N., Kotov, M. Y., Prokudyn, Yu. N., Barbarych, A. Y. (1999). Opredeleytel vysshikh rastenyi Ukrainy [A Guide to the Identification of higher plants from Ukraine]. Fitosotsiotsentr, Kyiv. (in Russian).
5. 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. Kryvyj Rih [Past and modern parks and parks of the central part of the city of Kryvyi Rih] Ahrobiolohija: Zbirnyk naukovykh prac – Bilocerkyivskyj

- nacionalnyj ahrarnyj universytet [Agrobiology: Collection of scientific works – Bila Tserkva National Agrarian University], 8 (94), 169–171. (in Ukrainian).
6. Fedorovskiy, V. D., Terlyga, N. S., Yukhimenko, Yu. S., Danilchuk, O. V., Danilchuk, N.M., Lapteva, O.V. (2013). Vydovyy sklad ta zhyttjevyj stan derevno–chagarnykovoї roslynnosti parkiv ta skveriv m. Kryvyi Rih [Specific composition and vital state of arboreal-shrub vegetation of parks and public gardens of Kryvyi Rih] *Introdukciya Roslyn [Plant Introduction]*, 3, 73-79. (in Ukrainian).
 7. Haaland, C., Konijnendijk van 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. DOI: 10.1016/j.ufug.2015.07.00.
 8. Hrom, M. M. (2005). Lisova taksatsiia. [Forest Taxation]. Ukrainian State Forestry University, Lviv. (in Ukrainian).
 9. IPNI, (2019). The International Plant Names Index, <http://www.ipni.org>.
 10. Ivanchenko, O. Іe. (2013). Inventaryzatsiia ta otsinka stanu derevnykh nasadzhenn 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. (in Ukrainian).
 11. 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. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2014.01.017.
 12. Jorgensen, S. E. (2011). *Handbook of Ecological Models Used in Ecosystem and Environmental Management*. Taylor & Francis Group, Boca Raton.
 13. Kabar, A. M., Martynova, N. V. (2017) *Vyvchennia stanu nasadzhenn 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 Pysarzhevsky in the Dnipro City]*. *Lisove i sadovo-parkove hospodarstvo [Forest and garden-park households]*, 12. (in Ukrainian).
 14. Kabar, A., Martynova, N., Lykholat, Yu., Khromykh, N., Grygoryuk, I. Serga, O., Prisedsky, Yu., Alekseeva, A. (2017). *Uchast derevnykh invaziinykh vydiv roslyn u formuvanni nasadzhenn parkovoї zony mista Dnipro [Participation of women innovative varieties forming the properties of the park zone of the dnipro city]*. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia [Biological Resources and Nature Management]*, 9, № 5-6, 41-48. (in Ukraine).
 15. Kabischabc, N., Strohbacha, M., Haasead, D., Kronenberge, J. (2016). Urban green space availability in European cities. *Ecological Indicators*, 70, 586-596. DOI: 10.1016/j.ecolind.2016.02.029.
 16. Kobiv, Yu. (2004). *Slovnnyk ukrainskykh naukovykh i narodnykh nazv sudynnykh roslyn [Dictionary of Ukrainian scientific and popular names of vascular plants]*. Naukova dumka, Kyiv. (in Ukrainian).
 17. Kucherevsky, V. V. (2004). *Konspekt flory Pravoberezhnoho stepovoho Prydniprovja [Synopsis os the flora at Right Bank steppe Dnieper region]*. Dnepropetrovsk, Prospekt. (in Ukraine).
 18. Lakyda, P. I. (2002). *Fitomasa lisiv Ukrainy [Phytomass of Forests at Ukraine]*. Zbruch, Ternopil. (in Ukrainian).
 19. 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]*. *Biore-sursy i pryrodokorystuvannia [Biological Resources and Nature Management]*, 5-6, 99-106. (in Ukrainian).
 20. Lakyda, P. I., Vasylyshyn, R. D., Lashenko, A. H., Terentiev A. Іu. (2011). *Normatyvy ocinky komponentiv nadzemnoyi fitomasy` derev golovny`x lisotvirnyx porid Ukray-*

- iny': dovidny'k [The standards assessment components of aboveground phytomass of trees latma main species of Ukraine: a guide]. EKO inform, Kyiv. (in Ukrainian).
21. 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. DOI: 10.15421/011708.
22. McDonald, J. H. (2014). *Handbook of biological statistics*. Sparky house publishing, USA.
23. Protopopova, V. V., Shevera, M. V., Fedoronchuk, M. M., Shevchuk, V. L. (2014). Vyd-transformery u flori Serednoho Prydniprov'ia [Transformer species in the flora of the middle Dnipro region]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal [Ukrainian Botanical Journal]*, 71, 5, 563-572. (in Ukraine).
24. Sainte-Marie, J. (2015). Contribution to the integration of biogeochemical cycles into dendrometric growth models. *Revue Forestière Française*, 66. DOI: 10.4267/2042/56282.
25. Savosko, V. M. & Tovstolyak N. V. (2016). Ekolo-ho–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 Kryvorizhzhia historical centre]. *Introduktsiia roslyn [Plant introduction]*, 3, 85-95. (in Ukrainian).
26. Savosko, V. M. (2014). Dynamika ekomorfichnoho ta biomorfichnoho spektriv dendroflory kolyshnoho botanichnoho sadu Kryvorizkoho derzhavnogo pedahohichnoho instytutu [Dynamics of the ecomorphic and biomorphic spectra of the dendroflora of the former botanical garden of the Kryvyi Rih State Pedagogical Institute]. *Ekolohija ta noosferolohija [Ecology and Noosphereology]*, 25, 1-2, 37-45. DOI: 10.15421/031404. (in Ukrainian).
27. Savosko, V. M. (2015). Gruntovy pokryv Kryvorizhzhia [Soil cover in Kryvorizhzhia]. *Fizychna heohrafiia Kryvorizhzhia: monografichna navchalna knyha [Physical geography of Kryvorizhzhia: monographic educational book]*. – Publisher Roman Kozlov, Kryvyi Rih, 133-150. (in Ukrainian).
28. Savosko, V. M. Kvitko, M. O. (2017). Suchasnyy zhyttyevyj stan lisovykh kulturfitoceno-ziv Kryvorizhzhia [Modern life condition of forest kulturpflanzen Kryvorizhzhia]. *Visnyk Lvivskogo universytetu: seriya biologichna [Visnyk of Lviv University. Biological series]*, 75, 75-82. (in Ukrainian).
29. Savosko, V. M., Kvitko, M. O., Grygoryuk, I. P., Serga, O. I., Lykholat, Yu. W. & Andriits'ko M. O. (2018). Heterohennist biometrychnykh pokaznykiv lisovykh kulturfitotsenoziv v ekolohichnykh umovakh Kryvorizhzhia [Heterogeneity of biometric characteristics of cultivated forest communities in environmental conditions at Kryvorizhzhia]. *Bioresursi i prirodokoristuvannâ [Biological Resources and Nature Management]*, 10 (1-2), 14-23. DOI: 10.31548/bio2018.01.002. (in Ukrainian).
30. Savosko, V. M., Tovstolyak, N. V. (2017). Ecological conditions of garden and park territories of former iron mines (Kryvyi Rih Basin, Ukraine). *Ukrainian Journal of Ecology*, 7 (4), 12–17. (in Ukrainian).
31. Savosko, V., Lykholat, Yu., Domshyna, K., Lykholat, T. (2018). Ekolohichna ta heolohichna zumovlenist poshyrennia derev i chaharnykv na devastovanykh zemliakh Kryvorizhzhia [Ecological and geological determination of trees and shrubs' dispersal on the devastated lands at Kryvorizhzhia]. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 27 (1), 116-130. DOI: 10.15421/111837. (in Ukraine).
32. Shol, H. (2016). Analiz spontannoho elementu flory zelenykh nasadzhen Kryvoho Rohu ta invaziina aktyvnist vydiv-introdukt-

- sentiv [Analysis of the spontaneous element of Kryvyi Rih green areas and invasive activity of introduced species]. Visnyk Lvivskoho universytetu Seriya biologichna [Visnyk of the Lviv University. Series Biology], 71, 96-106. (in Ukraine).
33. Tarasov, V. V. (2005). Flora Dnipropetrov's'koyi ta Zaporiz'koyi oblastej. Sudy`nni rosly`ny`. [Flora Dnipropetrovsk and Zaporizhzhya regions. Vascular plants. Biology and ecological characteristics of the species]. Dnepropetrovsk, DNU Publishing house. (in Ukraine).
34. 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 formuvannya ta suchasnyj stan [Cultivated dendroflora of parks and parks of Kryvyi Rih: historical aspects of formation and modern state]. Visnyk Kharkivskoho nacionalnoho ahrarnoho universytetu: serija biologichna [Bulletin of Kharkiv National Agrarian University: a series of biology], 2 (35), 93-101. (in Ukrainian).
35. Vedmid, M. M., Raspopina, S. P. (2010). Otsinka lisoroslynnoho potentsialu zemel [Estimation of forestry potential of land]. Publishing house «EKO-inform», Kyiv. (in Ukrainian).
36. West, P. W. (2009). Tree and Forest Measurement. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag.
37. Zavialova, L. V. (2017). Vydy invaziynykh roslyn, nebezpechni dlia pryrodnoho fitoriznomanittia ob'ektiv pryrodno-zapovidnoho fondu Ukrainy [The most harmful invasive plant species for native phytodiversity of protected areas of Ukraine]. Biologichni systemy [Biological systems], 9 (1), 87-107. (in Ukraine).

V. M. Savosko, N. V. Tovstolyak, Yu. V. Lykholat, I. P. Grygoryuk (2019).

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://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/editor/submission/13108>.

<https://doi.org/10.31548/biologiya2019.03.013>.

Abstract. It was shown that studying the botanical and ecological characteristics of woodlands in gardens & parks cultivated plant communities (GPCPC) at Kryvyi Rih district is an important prerequisite for environment phyto-reclamation in the industrially developed regions of Ukraine.

Field and camera surveys which were carried out according to generally accepted techniques on 22 monitoring plots in 10 landscaping areas at Kryvyi Rih district were used as materials of this work. It has been established that in woodlands from GPCPC of this region the taxonomic composition of trees and shrubs contains 23 species from 13 genera, 12 families and one department - Polatonosynye.

It was determined that within the 14 experimental plots (63.64% of their total number) there are 8 species (34.78%) of woody plants, which constitute a certain invasive threat to other natural and cultivated plants groups in the region. Among them, Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) and Boxelder (*Acer negundo* L.) are the most dangerous as species-transformers, changing environmental conditions and type of ecosystem. It has been proved that in most cases the woodlands living conditions was evaluated as "Weakened". With among the components of GPCPC the leaves were most vulnerable to adverse ecological conditions.

In general, in gardens & parks cultivated plant communities at Kryvyi Rih district the growth and development of wood plants species was happening under the covert scenario of the exhaustion of these plants vital forces

Key words: woodlands, gardens & parks cultivated plant communities, floristic composition, invasive potential, vitality, dendrometric indicators and Kryvyi Rih district.