



О. П. Суслова, Л. І. Бойко

Криворізький ботанічний сад НАН України, м. Кривий Ріг, Україна

АНАЛІЗ ОКРЕМИХ ТАКСАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ СТОВБУРІВ ПАРКОТВІРНИХ ШВИДКОРОСТУЧИХ ДЕРЕВНИХ ВИДІВ ПАРКОВИХ НАСАДЖЕНЬ ПОКРОВСЬКА

Проведено дослідження таксаційних показників стовбурів *Fraxinus excelsior* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Betula pendula* Roth. у парковому насадженні Покровська, розташованого в північній частині Лівобережного Степу України. Визначено висоту і діаметр стовбурів, відносну висоту, розраховано ступінь пригніченості різновікових дерев. Встановлено, що у *Fraxinus excelsior* найбільший приріст стовбурів у висоту відбувається до 40-річного віку, у *Robinia pseudoacacia* – до 35 років, у *Betula pendula* – до 30 років. Максимальний радіальний приріст стовбурів відбувається до 50 років у *Fraxinus excelsior*, до 45 років у *Robinia pseudoacacia*, до 35 років у *Betula pendula*. Визначено, що розмах варіації значень висоти 40-річних дерев досліджуваних видів змінюється від 12,7 м у *Robinia pseudoacacia* до 13,1 м у *Betula pendula*. Коефіцієнт варіації висоти стовбура *Betula pendula* визначено як незначний, мінливість варіаційного ряду становить <10 %; у *Fraxinus excelsior* і *Robinia pseudoacacia* мінливість показника середня (коефіцієнт варіації 11,4 % та 10,8 % відповідно). Найменший розмах варіації діаметра стовбура визначено у *Robinia pseudoacacia* (21,1 см), найбільший – у *Betula pendula* (25,3 см). Для всіх видів дерев характерна середня мінливість варіаційного ряду, коефіцієнт варіації знаходиться в межах 13,4-15,7 % залежно від виду. Встановлено лінійну залежність між віком дерев та лінійним і радіальним ростом їхніх стовбурів. Визначено пряmlinію залежність з позитивним нахилом лінії тренду між висотою і діаметром стовбурів, що підтверджено рівняннями: $y = 3,388x - 21,96$; $R^2 = 0,930$ для *Fraxinus excelsior*, $y = 8,208x - 4,221$; $R^2 = 0,926$ для *Robinia pseudoacacia* і $y = 3,734x + 10,11$; $R^2 = 0,918$ для *Betula pendula*. Доведено, що відносна висота дерев в насадженнях парку з віком зменшується. Визначено високу конкуренцію серед 10-річних дерев *Robinia pseudoacacia* (H:D = 150 см/см) та значну пригніченість їх у насадженнях. Для більшості дерев досліджуваних видів віком від 20 до 40 років характерні середні показники відносної висоти (50-80 см/см), що свідчить про збалансовану щільність насаджень та присутність незначної конкуренції. Низьку відносну висоту (<50 см/см) зафіксовано у дерев *Robinia pseudoacacia* віком понад 30 років, у *Betula pendula* – понад 35 років, у *Fraxinus excelsior* – починаючи з 45-річного віку. Встановлено, що в паркових насадженнях зі збільшенням віку дерев зменшується конкуренція за світло та їхня пригніченість. Отримані результати доцільно враховувати під час проектування та реконструкції міських парків північної частини Лівобережного Степу України.

Ключові слова: приріст у висоту; радіальний приріст стовбура; відносна висота; конкуренція за світло; пригніченість.

Вступ / Introduction

На сучасному етапі розвитку суспільства і містобудування, деревні рослини міських паркових насаджень в умовах кліматичних змін підпадають під сильний антропогенний вплив, зумовлений високою концентрацією виробництва в містах за слабких технологій; низьким рівнем розвитку інженерно-технічної інфраструктури; інтенсивною забудовою територій зелених зон [16]. Тому наразі стратегія озеленення населених пунктів і утримання насаджень потребує достовірної та систематизованої інформації про процеси, що відбуваються в рослинах, враховуючи їхню багатоваріантність і складний механізм впливу на дерева екологічних факторів міського середовища [10]. Для оцінювання динаміки в рослинних організмах переважають моніторингові спостереження за насадженнями [1, 13]. Результати таких досліджень дають змогу виявляти негативні тен-

денції в стані паркових насаджень та вживати відповідних заходів щодо їхнього утримання. Одним з надійних індикаторів змін у паркових насадженнях вважають таксаційні показники видів дерев, які перебувають у тісному взаємозв'язку з їхнім життєвим станом [1, 5]. Серед таких показників виділяють висоту та діаметр стовбурів, визначення яких сприятиме розробленню рекомендацій щодо створення нових і реконструкції старих міських парків, їхнього утримання та забезпечення здорового і стійкого паркового покриву. Зважаючи на це, дослідження таксаційних показників деревних рослин у міських парках залишається актуальним питанням.

Об'єкт дослідження – види деревних рослин у насадженні парку "Ювілейний" Покровська.

Предмет дослідження – методи і засоби встановлення таксаційних показників стовбурів дерев швидко-ростучих видів, що дасть змогу визначити особливості їх росту та розвитку.

Інформація про авторів:

Суслова Олена Петрівна, канд. біол. наук, ст. наук. співробітник, відділ інтродукції та акліматизації рослин.

Email: elenasuslova2901@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-6371-7514>

Бойко Людмила Іванівна, канд. біол. наук, ст. наук. співробітник, відділ інтродукції та акліматизації рослин.

Email: ludmilaboyko@meta.ua; <https://orcid.org/0000-0002-1812-5114>

Цитування за ДСТУ: Суслова О. П., Бойко Л. І. Аналіз окремих таксаційних показників стовбурів паркотвірних швидко-ростучих деревних видів паркових насаджень Покровська. Науковий вісник НЛТУ України. 2024, т. 34, № 6. С. 13–18.

Citation APA: Suslova, O. P., & Boyko, L. I. (2024). Analysis of tree stem estimation for trunks of park-forming fast-growing tree species of park plantations in Pokrovsk. *Scientific Bulletin of UNFU*, 34(6), 13–18. <https://doi.org/10.36930/40340602>

Мета роботи – визначити ступінь пригніченості швидкоростучих видів деревних рослин у міських паркових насадженнях Степової зони України, що дасть змогу оцінити їхній загальний стан і найефективніше використовувати для створення стійких довговічних деревостанів.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження:

- встановити таксаційні показники стовбурів різновікових дерев швидкоростучих видів, що дасть змогу оцінити можливості росту дерев у висоту та в радіальному напрямку за умов Степової зони України;
- виявити взаємозв'язок між морфометричними параметрами стовбурів дерев та їхнім віком, що дасть змогу точніше прогнозувати розвиток рослин та вдосконалити використання видів у паркових насадженнях;
- розрахувати відносну висоту досліджуваних видів дерев, що забезпечить визначення ступеня їх пригніченості в паркових насадженнях.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Таксаційні показники видів дерев вважають найважливішими змінними для кількісного та якісного оцінювання насаджень, оскільки вони надають інформацію щодо розуміння росту, структури та стійкості видів дерев за різних екологічних умов зростання, тому науковці Світу постійно проводять всебічні дослідження з їх визначення та аналізу [4, 6, 7, 19]. Зарубіжні дослідники довели вплив низки чинників на висоту, діаметр стовбурів і на їх співвідношення для різних видів дерев, визначили значну їхню варіативність залежно від екологічних умов, типу ґрунтів, доступності води та сонячного світла [9, 19, 25]. Вітчизняні науковці проаналізували таксаційні показники видів дерев за умов зростання їх в різних фізико-географічних зонах держави. Проведено дослідження морфометричних параметрів дерев в Українському Поліссі, створено емпіричні моделі й таксаційні нормативи для різних видів дерев [2, 11, 30].

Визначено таксаційні показники видів дерев і зв'язок їх із життєвим станом насаджень у Лівобережному Лісостепу [18, 20, 22, 23], доведено залежність діаметра стовбура від ушкоджень дерев захворюваннями та шкідниками [17], для багатьох видів дерев побудовано математичні моделі, що прогнозують розвиток і стан насаджень в майбутньому [3]. За умов Правобережного Степу України фахівці з зазначених питань дослідили особливості росту стовбурів деяких видів дерев у паркових зонах та на територіях обмеженого користування [8, 15, 24, 29], довели залежність морфометричних показників стовбурів від рівня техногенного навантаження [16].

На території Лівобережної Степової зони дослідники проаналізували висоту швидкоростучих видів дерев вуличних насаджень та виявили зв'язок показника з їхнім життєвим станом [26], визначили таксаційні показники стовбурів видів дерев роду *Acer* L. та *Quercus robur* L. у насадженнях міських парків [27, 28]. Проте дані щодо комплексного аналізу таксаційних показників швидкоростучих паркотвірних видів дерев у промислових містах зазначеного регіону відсутні.

Матеріали та методи дослідження. Об'єктами досліджень були швидкоростучі види деревних рослин (*Fraxinus excelsior* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Betula pendula* Roth.) у насадженні парку "Ювілейний" Покровська, розташованого в північній частині Лівобережного Степу України. Дослідження проводили впродовж

2022-2023 років. Досліджували таксаційні показники стовбурів дерев (висоту і діаметр). Вимірювання виконували на 2986 деревах. Висоту стовбура визначали за допомогою маятникового висотоміра Макарова (ВМ) (з точністю 0,5 м). Для вимірювання діаметра стовбура (з точністю до 0,5 см) на висоті 1,3 м використовували мірну вилку. Відносну висоту дерев розраховували як співвідношення висоти до діаметра стовбура (см/см). Приріст стовбурів дерев у висоту та їхніх діаметрів розраховували як різницю між середніми величинами зазначених показників через кожні п'ять років віку рослин. Статистичне оброблення отриманих результатів виконували за допомогою програми Excel.

Результати досліджень та їх обговорення / Research results and their discussion

Серед швидкоростучих деревних видів у парковому насадженні переважає *Fraxinus excelsior*, який є головною паркотвірною породою. Їхня частка становить в межах 40 % від загальної кількості дерев в насадженні. У досліджуваному парку от зростають дерева *F. excelsior* віком від 20 до 75 років. За нашими даними, середня висота стовбура дерев досліджуваного виду змінюється від 8,0 м у 20-річних рослин до 25,0 м – віком до 75 років (табл. 1).

Табл. 1. Таксаційні показники стовбурів швидкоростучих деревних видів у насадженні парку "Ювілейний" Покровська/
Tree stem estimation for fast-growing tree species in the planting of Yuvileynyi Park of the city of Pokrovsk

Вік, років	Кількість виміряних дерев, шт.	Висота стовбура, м	Діаметр стовбура, см	Відносна висота, см/см
		$M^{\pm m*}$		
<i>Fraxinus excelsior</i> L.				
20	47	8,0 ^{±0,53}	10,0 ^{±0,62}	80,0
25	149	9,8 ^{±0,27}	14,1 ^{±1,19}	69,5
30	80	12,4 ^{±1,84}	19,1 ^{±2,49}	65,0
35	72	15,8 ^{±1,08}	27,7 ^{±2,15}	58,1
40	270	18,7 ^{±1,67}	34,3 ^{±4,37}	54,5
45	216	20,7 ^{±1,24}	42,9 ^{±3,82}	48,3
50	170	22,4 ^{±2,07}	51,8 ^{±2,96}	43,2
55	48	23,0 ^{±2,18}	57,4 ^{±4,48}	40,1
60	186	23,8 ^{±1,36}	61,8 ^{±1,92}	38,5
70	35	24,6 ^{±2,31}	66,8 ^{±4,23}	36,8
75	42	25,0 ^{±2,48}	67,5 ^{±2,77}	37,0
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.				
10	51	6,0 ^{±0,33}	4,0 ^{±0,28}	150,0
20	60	6,7 ^{±0,24}	10,2 ^{±0,62}	66,0
25	135	9,3 ^{±0,97}	17,1 ^{±2,39}	54,4
30	263	12,0 ^{±0,26}	27,8 ^{±2,51}	43,2
35	255	14,9 ^{±1,04}	37,8 ^{±3,63}	39,4
40	175	17,6 ^{±1,38}	47,4 ^{±3,31}	37,1
45	224	20,3 ^{±2,01}	57,4 ^{±2,56}	35,4
50	117	21,5 ^{±1,44}	65,8 ^{±3,19}	32,7
55	49	21,8 ^{±2,18}	71,3 ^{±4,17}	30,6
60	22	22,8 ^{±1,63}	77,0 ^{±4,02}	29,6
70	20	23,3 ^{±2,60}	79,5 ^{±3,49}	29,3
<i>Betula pendula</i> Roth.				
20	60	8,6 ^{±0,18}	12,0 ^{±1,45}	71,7
25	91	10,0 ^{±0,55}	18,1 ^{±4,06}	55,3
30	60	12,5 ^{±0,74}	21,3 ^{±3,21}	58,7
35	46	13,6 ^{±2,17}	28,3 ^{±4,35}	48,1
40	27	14,5 ^{±2,60}	29,5 ^{±3,62}	49,2
45	16	14,7 ^{±1,87}	29,9 ^{±2,58}	49,2

Примітка: $M^{\pm m*}$ – середнє значення $\pm$ похибка.

Стовбур інтенсивно росте у висоту до 35-40 років: максимальний приріст його з інтервалом у п'ять років

зафіксовано в період від 30 до 35 років (3,4 м) та від 35 до 40 років (2,9 м) (рис. 1,а). Середній діаметр стовбура дерев віком 20 років становить 10,0 см, 75 років – 67,5 см. Активний ріст стовбура в радіальному напрямі продовжується до 50 років, найбільшу величину показника визначено у віковій групі від 45 до 50 років – 8,9 см (рис. 1,б). Починаючи від 50 до 75 років, приріст знижується, його значення у віковій категорії від 70 до 75 років становить 0,7 см.

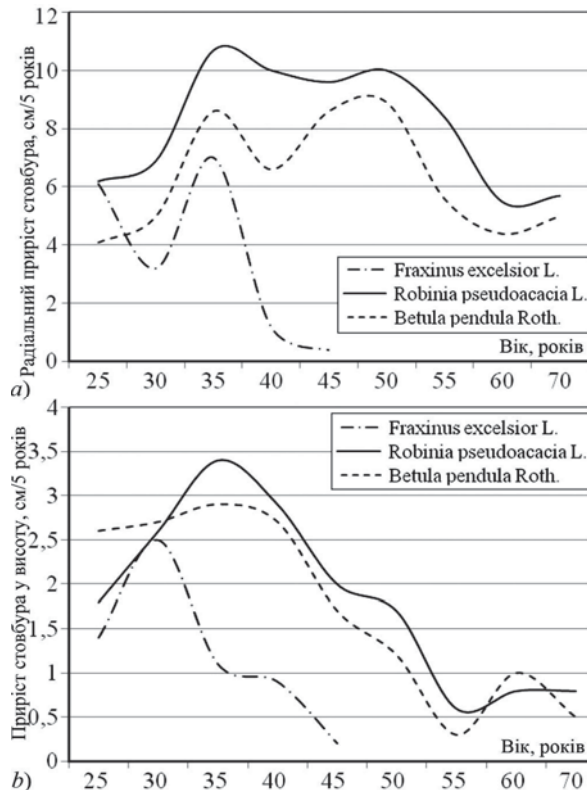


Рис. 1. Приріст стовбурів швидкозростаючих видів дерев у насадженні парку "Ювілейний" Покровська / Trunk increment of fast-growing species in the planting of Yuvileynyi Park of the city of Pokrovsk: A – у висоту / in height; B – радіальний / radial

Ще один поширений у парку вид – *Robinia pseudoacacia*, частка якого становить 6%. У насадженнях трапляються дерева віком від 10 до 70 років. Середня висота молодих 10-річних дерев становить 6,0 м, у 70-річних досягає 23,3 м. Кульмінація поточного приросту у висоту настає у віці 35 років; у період від 30 до 35 років висота дерев збільшується на 2,9 м, після чого інтенсивність росту зменшується і у віковій групі від 60 до 70 років приріст становить 0,5 м. Значення діаметра стовбура розподіляються в такий спосіб: 4,0 см у молодих 10-річних рослин, 79,5 см – у найстаріших дерев віком 70 років. Найбільше значення радіального приросту

стовбура *R. pseudoacacia* відзначено у віковій групі від 25 до 30 років – 10,7 см. Упродовж наступних 15 років приріст досліджуваного показника з інтервалом в п'ять років становить 9,6-10,0 см. Після досягнення деревами 45-річного віку радіальний приріст значно уповільнюється, водночас як у 70-річних дерев відзначається як найменший приріст, а в період від 60-ти до 70-ти років становить 2,5 см.

В озелененні міських територій широко використовують *Betula pendula*. У парку частка виду становить 1%. Середня висота стовбура *B. pendula* віком 20 років досягає 8,6 м, у 45-річних дерев – 14,7 м. Найбільший приріст стовбурів у висоту зафіксовано у віковий період від 25 до 30 років (2,5 м), у групі дерев від 40 до 45 років – значення показника зменшується до 0,2 м. Величина діаметра стовбура змінюється від 12,0 см у рослин віком 20 років до 29,9 см – у 45-річних. Активний радіальний приріст стовбура відбувається до 35 років.

Для порівняльної характеристики таксаційних показників досліджуваних видів дерев проаналізовано дані, отримані для одновікових 40-річних дерев. Найбільша середня висота стовбура характерна для дерев *F. excelsior* (18,7 м), найменша – для *B. pendula* (14,5 м) (табл. 2). Амплітуда коливань значень висоти стовбура у *R. pseudoacacia* змінюється від 7,6 до 20,3 м; у *F. excelsior* – від 9,0 до 22,0 м; у *B. pendula* – від 8,3 до 21,4 м. Розмах варіації висоти дерев різних видів дерев відрізняється і змінюється від 12,7 м у *R. pseudoacacia* до 13,1 м у *B. pendula*. Коефіцієнт варіації висоти стовбура *B. pendula* визначено як незначний, оскільки мінливість варіаційного ряду становить <10%. Для видів дерев *F. excelsior* і *R. pseudoacacia* мінливість показника середня (за значень коефіцієнта варіації 11,4 та 10,8% відповідно).

У досліджуваних 40-річних дерев середній діаметр стовбура змінюється від 29,5 см у *B. pendula* до 47,4 см у *R. pseudoacacia*. Найменший розмах варіації показника визначено у *R. pseudoacacia* (21,1 см), найбільший – у *B. pendula* (25,3 см). Для всіх видів дерев характерна середня мінливість варіаційного ряду, коефіцієнт варіації знаходиться в межах 13,4-15,7% залежно від виду.

Аналізуючи експериментальні дані для всіх видів дерев, визначено зв'язок між віком дерев та лінійним і радіальним ростом їхніх стовбурів, який відповідає лінійній регресії. Рівняння, що описують зв'язок між зазначеними показниками, відповідають лінійній функції. У ролі залежної (y) розглянуто висоту та діаметр стовбура, незалежної (x) – вік дерев (табл. 3). Для всіх побудованих рядів характерний значний коефіцієнт детермінації, наближений до 1, що підтверджує надійність їхніх ліній тренду.

Табл. 2. Статистичний розподіл за таксаційними показниками 40-річних дерев швидкозростаючих видів у насадженні парку "Ювілейний" Покровська / Statistical distribution according to taxation indicators of 40-year-old trees of fast-growing species in the planting of Yuvileynyi Park of the city of Pokrovsk

Вид	Середнє значення	Ліміти		Розмах варіації	Коефіцієнт варіації, %
		min	max		
за висотою стовбура					
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	18,7	9,0	22,0	13,0	11,4
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	17,6	7,6	20,3	12,7	10,8
<i>Betula pendula</i> Roth.	14,5	8,3	21,4	13,1	9,5
за діаметром стовбура					
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	34,3	24,0	46,2	22,2	14,9
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	47,4	35,0	56,1	21,1	15,7
<i>Betula pendula</i> Roth.	29,5	12,5	37,8	25,3	13,4

Табл. 3. Рівняння лінійної функції залежності висоти та діаметра стовбурів дерев від віку швидкозростаючих видів дерев у насадженні парку "Ювілейний" Покровська / Equation of the linear function for the dependence of the height and diameter of tree trunks on the age of fast-growing species in the planting of Yuvileynyi Park of the city of Pokrovsk

Вид паркових насаджень	За висотою стовбура		За діаметром стовбура	
	рівняння лінії тренду	R^2 *	рівняння лінії тренду	R^2
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	$y = 1,786x + 7,845$	0,927	$y = 6,393x + 2,856$	0,982
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	$y = 1,934x - 4,410$	0,950	$y = 8,208x - 4,221$	0,986
<i>Betula pendula</i> Roth.	$y = 1,288x - 7,806$	0,928	$y = 3,734x - 0,110$	0,918

Примітка: R^2 * – коефіцієнт детермінації.

Відомо, що між висотою та діаметром стовбура існує зв'язок [14]. За нашими даними, встановлено тісну прямолінійну залежність діаметра стовбура (y) від його висоти (x) з позитивним нахилом лінії тренду, що підтверджено рівнянням: $y = 3,388x - 21,96$; $R^2 = 0,930$ для *F. excelsior*, $y = 8,208x - 4,221$; $R^2 = 0,926$ для *R. pseudoacacia* і $y = 3,734x + 10,11$; $R^2 = 0,918$ для *B. pendula*.

У паркових насадженнях існують конкурентні взаємовідносини, які можна оцінити за допомогою аналізу відносної висоти дерев Н:D. Цей показник вказує на ступінь пригніченості дерев у деревостанах [9, 18]. Високе співвідношення висоти до діаметра стовбура визначено для молодих дерев *R. pseudoacacia* віком 10 років (150 см/см) (рис. 2). Отримане значення показника свідчить про високу конкуренцію серед дерев та їхню пригніченість в насадженнях. Середнє співвідношення (50-80 см/см) характерне для більшості дерев досліджуваних видів середнього віку – від 20 до 40 років у *F. excelsior*, 20-25 років у *R. pseudoacacia* та 20-30 років у *B. pendula*. Такі значення відносної висоти свідчать про збалансовану щільність насаджень, в яких конкуренція присутня, але не екстремальна. Деревина мають помірно тонкі стовбури відносно їхньої висоти.

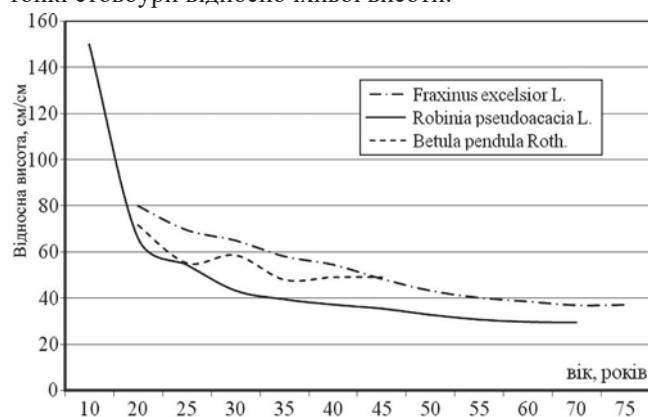


Рис. 2. Залежність відносної висоти дерев швидкозростаючих видів від віку в насадженні парку "Ювілейний" Покровська / Dependence of the relative height of trees of fast-growing species on age in the planting of Yuvileynyi Park of the city of Pokrovsk

Починаючи із 45-річного віку, насадження *F. excelsior* зріджуються, дерева ростуть з меншою щільністю, мають товсті стовбури відносно висоти та характеризуються низькими значеннями відносної висоти (<50 см/см). Низьку відносну висоту зафіксовано у *R. pseudoacacia*, починаючи із 30-річного віку, у *B. pendula* – із 35-річного віку. Отже, з віком дерев конкуренція в насадженнях зменшується. Зниження життєвого стану рослин, їх всихання та, як наслідок, санітарні рубки, призводять до проріджування дерев у насадженнях та відсутність конкуренції за сонячне світло.

Обговорення результатів дослідження. У літературних джерелах висвітлено результати досліджень таксаційних показників різних швидкозростаючих видів дерев

за різних умов зростання. У лісах Польщі *F. excelsior* у віці 150 років досягає висоти 45 м та діаметра стовбура 130-200 см [12]. Максимальної висоти в умовах Лівобережного Лісостепу вид досягає в середньому в 50 років [21]. За нашими даними, максимальний приріст дерев *F. excelsior* у висоту за умов північної частини Лівобережного Степу відбувається до 40-річного віку. Фахівці дослідили таксаційні показники стовбурів *F. excelsior* у міських насадженнях Правобережного Степу.

Зокрема, в паркових насадженнях Кривого Рогу висота дерев віком 40-50 років становить 15-17,5 м, діаметр стовбура – 20,0-35,0 см [31]. У парковому насадженні Покровська значення висоти стовбурів змінюються від 16,7 до 22,4 м, його діаметр – від 34,3 до 51,8 см. Порівняння отриманих даних свідчить про перевищення значень висоти стовбурів у 40-50-річних дерев у парку "Ювілейний" Покровська на 11-28 %, діаметра на 48-70 % відносно показників, отриманих у насадженнях Кривого Рогу.

У міських насадженнях Кривого Рогу таксаційні показники *R. pseudoacacia* розподіляються в такий спосіб: за висотою дерев – 12,3 м (віком 30-40 років), 17,9 м (40-50 років), 19,5 м (50-60 років); за діаметром стовбура – 40,5 см; 56,2 см і 58,2 см відповідно [8]. За порівняльним аналізом встановлено, що умови північної частини Лівобережного Степу сприятливіші для росту і розвитку *R. pseudoacacia*, значення досліджуваних показників більші за дані, отримані в умовах Правобережного Степу на 14-20 % за висотою стовбура і на 10-27 % за його діаметром.

У паркових насадженнях Кривого Рогу середня висота дерев *B. pendula* віком від 23 до 35 років змінюється від 12,7 до 15,6 м, діаметр стовбура – від 24,0 до 25,8 см [24]. Отримані авторами дані узгоджуються з таксаційними показниками дерев *B. pendula* в парковому насадженні Покровська та які знаходяться в межах 10,0-13,6 м та 18,1-28,3 см відповідно. На територіях обмеженого користування в Кривому Розі середня висота дерев *B. pendula* вікової категорії 31-40 років становить 10,9 м, 41-50 років – 16,5 м; діаметр стовбура – 22,5 і 37,5 см відповідно. Порівняльний аналіз даних свідчить про відмінність величин показників в умовах Лівобережної степової зони України. Значення висоти і діаметра стовбура дерев вікової категорії 31-40 років за умов Правобережного Степу на 28 % менші, ніж в умовах північної частини Лівобережного Степу. Також визначено таксаційні показники *B. pendula* в умовах Лівобережного Лісостепу: середня висота 45-річних дерев досягає 22,5 м, діаметр стовбура – 19,5 см [17], на відміну від значень показників у Лівобережному Степу, які майже на 50 % менші як за висотою, так і за діаметром стовбура.

Отже, за результатами виконаної роботи можна сформулювати такі наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – для умов північної частини Лівобережного Степу України отримано дані окремих таксаційних показників стовбурів різновікових дерев швидкоростучих видів і визначено ступінь їх пригніченості в парковому насадженні промислового міста.

Практична значущість результатів дослідження – отримані результати досліджень надають важливу інформацію щодо оцінювання стану паркових насаджень, своєчасного визначення ознак їх деградації та вдосконалення заходів з їх реконструкції та покращення структури.

Висновки / Conclusion

Визначено ступінь пригніченості швидкоростучих видів деревних рослин у міському парковому насадженні Степової зони України, що дало змогу оцінити його загальний стан і найбільш ефективно використовувати для створення стійких довговічних деревостанів. За результатами досліджень можна зробити такі основні висновки:

1. Встановлено, що найінтенсивніший приріст стовбурів у висоту *Fraxinus excelsior* відбувається до 40-річного віку, у *Robinia pseudoacacia* – до 35 років, у *Betula pendula* – до 30 років. Максимальний радіальний приріст стовбурів відбувається до 50 років у *Fraxinus excelsior*, до 45 років у *Robinia pseudoacacia*, до 35 років у *Betula pendula*, після чого у дерев визначено зниження цих показників. Отримані дані важливі для прийняття обґрунтованих рішень щодо агротехнічних заходів, максимально ефективного використання деревних ресурсів і підтримки довговічності паркового насадження.
2. Визначено середній рівень мінливості таксаційних показників, коефіцієнт варіації величин діаметра стовбура знаходиться в межах 13,4-15,7 % залежно від виду, висоти стовбура – 9,5-11,4 %, що свідчить про однорідність даних та стійкість паркового насадження.
3. Наведено лінійну залежність між віком дерев та лінійним і радіальним ростом їхніх стовбурів. Визначено прямолінійну залежність з позитивним нахилом лінії тренду між висотою (x) і діаметром стовбурів (y), що підтверджено рівняннями: $y = 3,388x - 21,96$; $R^2 = 0,930$ для *Fraxinus excelsior*, $y = 8,208x - 4,221$; $R^2 = 0,926$ для *Robinia pseudoacacia* і $y = 3,734x + 10,11$; $R^2 = 0,918$ для *Betula pendula*. Виходячи з цієї закономірності, можна прогнозувати подальший розвиток паркового насадження, зміни в його структурі та стійкість у посушливих умовах Степу.
4. З'ясовано, що відносна висота дерев в насадженні парку з віком зменшується. Визначено високу конкуренцію за світло серед 10-річних дерев *Robinia pseudoacacia* ($H:D = 150$ см/см) та значну пригніченість їх у насадженнях. Для більшості дерев досліджуваних видів віком від 20 до 40 років визначено середні показники відносної висоти (50-80 см/см), що свідчить про збалансовану щільність насаджень та присутність незначної конкуренції. Низьку відносну висоту (<50 см/см) зафіксовано у дерев *Robinia pseudoacacia* віком понад 30 років, у *Betula pendula* – понад 35 років, у *Fraxinus excelsior* – починаючи з 45-річного віку. Визначено, що в парковому насадженні зі збільшенням віку дерев знижується конкуренція за світло та їхня пригніченість. Це дає змогу стверджувати про сприятливі умови для росту та розвитку досліджуваних видів у парковому насадженні та спроможність їх адаптуватися до певних умов існування.
5. Результати досліджень доцільно використовувати під час проєктування та реконструкції міських парків північної частини Лівобережного Степу України для найбільш ефективного використання досліджуваних видів під час планування вертикальної складової просторової структури в паркових зонах та створення стійких довговічних насаджень.

References

1. Bessonova, V. P., & Chongova, A. S. (2023). Morphometric parameters of woody plants in the indication of environmental pollution. *Ecological sciences*, 1(46), 102–108. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.1-46.18>
2. Bilous, A. M., & Bilous, M. M. (2019). Modeling growth of birch stands in Ukrainian Polissia. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 10(4), 17–25. <https://doi.org/10.31548/forest2019.04>
3. Bilous, A. M., Kashpor, S. M., Myroniuk, V. V., Svychnuk, V. A., & Lesnik, O. M. (2021). *Forestry reference book*. Kyiv: Vinichenko Publishing House, 424 p. URL: <https://profbo-ok.com.ua/lisotaksaciyniy-dovidnyk.html>
4. Bohora, S. B., & Cao, Q. V. (2014). Prediction of tree diameter growth using quantile regression and mixed-effects models. *Forest Ecology and Management*, 319, 62–66. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.02.006>
5. Boyko, T. O. (2020). Phytosanitary state of green spaces in Kherson. *Scientific bulletin of UNFU*, 30(4), 67–72. <https://doi.org/10.36930/40300412>
6. Bronisz, K., & Mehtätalo, L. (2020). Mixed-effects generalized height – diameter model for young silver birch stands on post-agricultural lands. *Forest Ecology and Management*, 460. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.117901>
7. Chenge Iveren, B. (2021). Height – diameter relationship of trees in Omo strict nature forest reserve, Nigeria. *Trees, Forests and People*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2020.100051>
8. Chipulyak, T. F., & Leshchenyuk, O. M. (2017). Assessment of the vital state of woody plants in plantations of limited use in the city of Kryvyi Rih. *Nature conservation and forest protection. Series "Forestry and decorative horticulture"*, 278, 105–113. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_lis_2017_278_15
9. Cysneiros, V. C., Pelissari, A. L., Gai, T. D., Fiorentin, L. D., Daniel, C. C., Telmo, B. S. F., & Sebastião, A. M. (2020). Modeling of Tree Height – Diameter Relationships in the Atlantic Forest: Effect of Forest Type on Tree Allometry. *Canadian Journal of Forest Research*, 50(12), 1289–1298. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2020-0060>
10. Denisyuk, N. V., & Melnyk V. Y. (2020). Assessment of the phytomelioration role of green spaces in parks and squares of the northern district of Rivne. *Scientific bulletin of UNFU*, 30(2), 38–43. <https://doi.org/10.36930/40300207>
11. Golyaka, M. A., Bilous, A. M., Matushevich, L. M., Kovbasa, L. V., & Golyaka D. M. (2016). Analysis of tax indicators of dead trees in hanging birch plantations of the Ukrainian Polissia. *Scientific bulletin of UNFU*, 26(1), 68–76. <https://doi.org/10.15421/40260109>
12. Gordienko, M. I., & Gordienko, N. M. (2005). *Forestry properties of woody plants*. Kyiv: Vistka, 819. [In Ukrainian].
13. Gorelov, O. M. (2024). Taxonomic composition and vitality of woody plants in the conditions of the urbanized environment (on the example of Kyiv). *Ecological sciences*, 1(52), 184–191. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.1.29>
14. Gromyak, O. Yu., Hrynyk, H. G., Mosychuk, P. P., & Shishkin, A. V. (2014). Research and statistical analysis of the morphological and taxonomic structure of pine stands in sub-forest conditions. *Scientific bulletin of UNFU*, 24(1), 39–44. URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2014/24_1/39_Gro.pdf
15. Ivanchenko, O. E., & Bessonova, V. P. (2016). Indication of the condition of woods plants of parks in Dnipropetrovsk on morphophysiological indexes. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology*, 24(1), 109–118. <https://doi.org/10.15421/011613>
16. Korshikov, I. I., Suslova, O. P., & Petrushkevych, Y. M. (2020). *Tree plants in the condition of industrial cities of the Steppe*. Odesa: Publishing House "Helvetica", 456.
17. Koshelyaeva, Y. V., & Koval, I. M. (2017). Radial growth of hanging birch trees affected by bacterial droopy in the green zone

- of Kharkiv. *Forestry and agroforestry*, 130, 208–214. URL: <http://jnas.nbuv.gov.ua/article/UJRN-0000827870>
18. Koval, I. M., & Borisova, V. L. (2019). Response to climate changes of the radial growth of common ash in the stands of the Left Bank Forest Steppe. *Scientific bulletin of UNFU*, 29(2), 53–57. <https://doi.org/10.15421/40290210>
 19. Mensah, S., Pienaar, O., Kunneke, A., Du Toit, B., Seydack, A., Uhl, E., Pretzsch, H., & Seifert, T. (2018). Height – Diameter Allometry in South Africa's Indigenous High Forests: Assessing Generic Models Performance and Function Forms. *Forest Ecology and Management*, 410, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.12.030>
 20. Meshkova, T. S. (2003). Assessment of taxonomic parameters of plantations on the sites of forest monitoring of the second level. *Forestry and agroforestry*, 104, 158–163. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/irbis_nbuv/cgiirbis 64
 21. Meshkova, V. L., & Borysova, V. L. (2019). Age structure of European ash (*Fraxinus excelsior* L.) forests in the Left-bank Forest Steppe of Ukraine. *Forestry & Forest melioration*, 135, 163–173. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.163>
 22. Meshkova, V. L., & Koshelyaeva, Y. V. (2017). Sanitary condition of birch trees birch (*Betula pendula* Roth.) in different forest conditions Left-bank forest-steppe of Ukraine. *Izvestiya St.-Petersburg Forest Engineering Academy*, 220, 155–168. <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2017.220>
 23. Meshkova, V. L., Skrylnyk, Y. Y., & Koshelyaeva, Y. V. (2023). Health condition of Silver Birch in the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine. Kharkiv: Machulin, 163. URL: https://www.academia.edu/101977107/Санітарний_стан_берези_повислої_у_Лівобережному_лісостепу_України_монографія?f_r=708273
 24. Petrushkevych, Y. M., & Korshykov, I. I. (2020). Ecological and biological characteristics of *Betula pendula* Roth. of urban environment. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 11(1), 29–36. <https://doi.org/10.15421/022005>
 25. Rust, S. (2014). Analysis of regional variation of height growth and slenderness in populations of six urban tree species using a quantile regression approach. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13(2), 336–343. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2013.12.003>
 26. Suslova, O. P. (2023). The condition of fast-growing tree plants in street plantings in Pokrovsk. *Plants and urbanization: Materials of the 12th International Scientific and Practical Conference (Dnipro, February 1, 2023)*, 55–87. URL: <https://lib.udau.edu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/c3203d24-d8c0-4685-ae72-ad6b7699c025/content>
 27. Suslova, O. P. (2023). The current state of *Quercus robur* L. in the park dendrocenosis of Pokrovsk. *Scientific bulletin of UNFU*, 33(4), 07–11. <https://doi.org/10.36930/40330401>
 28. Suslova, O. P., & Boyko, L. I. (2023). Vital status of species of the genus *Acer* L. in urban systems of the steppe zone of Ukraine. *Ecological sciences*, 6(51), 196–201. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.6-51.32>
 29. Terlyha, N. S., Danylchuk, O. V., Yukhymenko, Yu. S., Fedorovskyy, V. D., & Danylchuk, N. M. (2015). Cultivated dendroflora of parks and parks of Kryvyi Rih: historical aspects of formation and modern state. *Bulletin of Kharkiv National Agrarian University, Series: Biology*, 2, 93–101. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnu_biol_2015_2_12
 30. Voron, V. P., Koval, I. M., Tkach, O. M., & Sydorenko, S. G. (2017). Changes in radial growth in a fire-damaged pine forest in western Polissia. *Scientific bulletin of UNFU*, 27(9), 56–59. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnlut_2017_27%289%29_14
 31. Yukhymenko, Yu. S., Lapteva, O. V., Danylchuk, N. M., & Danylchuk, O. V. (2017). Representatives of the Oleaceae Hoffmans et Link in the green spaces of the city of Kriviy Rih. *Scientific bulletin of UNFU*, 27(3), 79–82. URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2017/27_3/19.pdf

O. P. Suslova, L. I. Boyko

Kryvyi Rih Botanical Garden, NAS Ukraine, Kryvyi Rih, Ukraine

ANALYSIS OF TREE STEM ESTIMATION FOR TRUNKS OF PARK-FORMING FAST-GROWING TREE SPECIES OF PARK PLANTATIONS IN POKROVSK

We carried out a study of the estimation parameters for the trunks of *Fraxinus excelsior* L., *Robinia pseudoacacia* L. and *Betula pendula* Roth. in the park plantation of the city of Pokrovsk, located in the northern part of the Left Bank Steppe of Ukraine. The height and diameter of the trunks, the relative height, and the depression degree of trees of different ages were calculated. We ascertained that in *Fraxinus excelsior* the greatest trunk increment in height occurs up to 40 years of age, in *Robinia pseudoacacia* – up to 35 years, in *Betula pendula* – up to 30 years. Maximum radial trunk increment occurs up to 50 years in *Fraxinus excelsior*, up to 45 years in *Robinia pseudoacacia*, up to 35 years in *Betula pendula*. We determined that the variation range in the height values of 40-year-old trees of the studied species varies from 12.7 m in *Robinia pseudoacacia* to 13.1 m in *Betula pendula*. The variation coefficient of *Betula pendula* trunk height is determined to be insignificant, the variability of the variation series is <10 %; in *Fraxinus excelsior* and *Robinia pseudoacacia*, the variability of the indicator is average (the variation coefficients are 11.4 % and 10.8 %, respectively). The smallest range of trunk diameter variation was determined in *Robinia pseudoacacia* (21.1 cm), the largest one in *Betula pendula* (25.3 cm). All species are characterized by average variability of the variation series, the variation coefficient is within 13.4–15.7 % depending on the species. We revealed linear relationship between the age of trees and the linear and radial growth of their trunks. A linear relationship with a positive slope of the trend line between the height and the diameter of the trunks was determined, which is confirmed by the equations: $y = 3.388x - 21.96$; $R^2 = 0.930$ for *Fraxinus excelsior*, $y = 8.208x - 4.221$; $R^2 = 0.926$ for *Robinia pseudoacacia* and $y = 3.734x + 10.11$; $R^2 = 0.918$ for *Betula pendula*. The relative height of trees in park stands is proven to decrease with age. We also noted high competition among 10-year-old *Robinia pseudoacacia* trees ($H:D = 150$ cm/cm) and their significant suppression in plantations. Average relative height (50–80 cm/cm) is characteristic of most trees of the studied species aged 20 to 40 years, which indicates a balanced density of plantings and the presence of minor competition. Low relative height (<50 cm/cm) was recorded in *Robinia pseudoacacia* trees over 30 years old, in *Betula pendula* – over 35 years old, in *Fraxinus excelsior* – starting from 45 years old. We defined that, the competition for light and their depression decrease in park plantations as the age of trees increases. The obtained results should be taken into account when designing and reconstructing city parks in the northern part of the Left Bank Steppe of Ukraine.

Keywords: growth in height; radial trunk increment; relative height; competition for light; suppression.