



УДК 712.253(477.63)

Індикація стану деревних рослин парків м. Дніпропетровськ за морфофізіологічними показниками

О.Є. Іванченко, В.П. Бессонова

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, Дніпропетровськ, Україна

Досліджено стан деревної рослинності парків м. Дніпропетровськ за морфофізіологічними показниками модельних дерев. За В.А. Алексєєвим, найкращий індекс життєвості мають рослини парку ім. Ю. Гагаріна та Севастопольського, найгірший – ім. М. Калініна та Молодіжного. Найсуттєвіше порівняно з контролем (парк смт. Петриківка) знижується довжина та товщина річних пагонів у парках ім. М. Калініна, Л. Глоби та Молодіжному в усіх досліджуваних видів дерев, найменші відмінності від рослин контрольного варіанта виявлено у робінії звичайної. Менша кількість листків спостерігається на річному пагоні у рослин парків ім. Л. Глоби, М. Калініна та Молодіжного. В інших парках різниця між дослідом і контролем статистично недостовірна. У міських парках площа листової пластинки дерев менша, порівняно з рослинами замиського парку, окрім парку ім. Ю. Гагаріна. Найсуттєвіше, порівняно з вищевказаними показниками, відрізняється асиміляційна площа однорічного пагона, за винятком парку ім. Ю. Гагаріна. Сума хлорофілів а + б у листках деревних рослин різних парків міста зменшується порівняно з контролем. Найбільші відмінності від контрольних значень виявлені в листках клена гостролистого та липи широколистої парку ім. М. Калініна. У листках робінії звичайної не встановлено суттєвої відмінності між вмістом суми хлорофілів а + б у рослин, які зростали у міських парках ім. Ю. Гагаріна, Б. Хмельницького та Севастопольському та фоновими значеннями цього показника. Кількість хлорофілів а + б у листках липи широколистої та робінії звичайної у перерахунку на масу листків річного пагона знижується у міських парках порівняно з рослинами замиської зони, за винятком парку ім. Ю. Гагаріна. У клена гостролистого ця різниця істотна на всіх дослідних ділянках. Із метою фітоіндикації стану навколишнього середовища доцільно використовувати такі показники як довжина річного пагона, площа листка, вміст суми хлорофілів а + б у перерахунку на масу листків річного пагона та його асиміляційна поверхня. Як тест-об'єкти слід використовувати чутливі до антропогенного забруднення види: липу широколисту та клен гостролистий. У найкращому життєвому стані за комплексом показників перебувають дерева у парках ім. Ю. Гагаріна, Т.Г. Шевченка та Севастопольському, у найгіршому – у парках ім. М.І. Калініна, Л. Глоби та Молодіжному.

Ключові слова: промислове місто; парки; фітомоніторинг; дендрофлора; морфофізіологічні показники

Indication of the condition of woody plants of parks in Dnipropetrovsk on morpho-physiological indexes

O.E. Ivanchenko, V.P. Bessonova

Dnipropetrovsk State Agrarian-Economic University, Dnipropetrovsk, Ukraine

The condition of woody plants of parks in the city of Dnipropetrovsk on morpho-physiological index of model trees was investigated. The highest values on the V.A. Alekseev vitality index were recorded for plants in Gagarin Park and Sevastopolskiy Park, the lowest values for Kalinin Park and Molodezhnyj Park. The lowest values for length and thickness of annual sprouting relative to the control (Petrikovka Park) were found in Kalinin, Globa and Molodezhnyj parks for all studied species of trees, the smallest difference from the control group of plants being found for *Robinia pseudoacacia* L. There was a lower quantity of leaves on the annual sprouting in plants in Globa, Kalinin and Molodezhnyj parks. In other parks, the difference between the experiment and the control was not statistically significant. The area of leaves in the trees was lower in the city parks compared with those of the park in the village, with the exception of Gagarin Park. More important, relative to the above-mentioned parameters, were differences in the assimilation area of the annual sprouting, with the exception of Gagarin Park. The amount of chlorophyll a + b in leaves of woody plants of different parks of the city less than in control. The greatest differences of pigment concentration in the leaves of *Acer platanoides* L. and *Tilia platyphyllos* Scop. were found in Kalinin Park. For the leaves of the

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, вул. Ворошилова, 25, Дніпропетровськ, 49600, Україна
Dnipropetrovsk State Agrarian-economic University, Voroshilov Str., 25, Dnipropetrovsk, 49600, Ukraine
Tel.: +38-067-708-52-33. E-mail: ivanchneko_78@mail.ru

R. pseudoacacia no significant differences were found between the content of the amount of chlorophyll a + b in the trees which grow in Gagarin, Khmeltsky and Sevastopolskiy parks and the background values for this parameter. It was found that the amount of chlorophyll a + b in the leaves of *T. plathyphyllos* and *R. pseudoacacia* by weight of the leaves on the annual sprouting was lower in the city parks compared with the trees in the village park, with the exception of Gagarin Park. For *A. platanoides* this difference was found to be significant in all experimental sites. It is appropriate to use such parameters as the length of the annual sprouting as a bioindicator of the environment annual sprouting, the leaf area, the content of chlorophyll a + b based on the weight of the leaves annual sprouting and assimilation area. As test-objects species sensitive to anthropogenic pollution, such as *T. plathyphyllos* and *A. platanoides* should be used. The trees in the best condition of vitality (according to the whole complex of indicators) are those in Gagarin, Shevchenko and Sevastopolskiy parks, the worst are in Kalinin, Globa and Molodezhnyj parks.

Keywords: industrial city; parks; phytomonitoring; dendroflora; morpho-physiological indices

Вступ

У зв'язку зі зростанням обсягів викидів автотранспорту та промисловості, інтенсивним рекреаційним навантаженням, старінням рослин, стан зелених насаджень у міських парках, скверах і садах значно погіршується (Bobyliov et al., 2014). Це спричиняє послаблення їх санітарно-гігієнічних функцій, здатності трансформувати та знешкоджувати шкідливі речовини техногенного походження, знижує їх естетичну функцію (Buharina et al., 2012; Kulagin et al., 2014; Ivanciv and Ivanciv, 2014; Tsvetkova et al., 2016). Оскільки зеленим насадженням – цим невід'ємним елементам населених пунктів, які поряд з архітектурою беруть участь у формуванні зовнішнього їх вигляду, відводиться суттєва роль у створенні комфортних умов існування людини, необхідно здійснювати моніторинг їх життєвості з метою подальшої оптимізації умов зростання, підвищення стійкості, підтримання біологічного різноманіття в умовах урбоекосистем (Kulbachko et al., 2011; Brygadyrenko, 2014; Faly and Brygadyrenko, 2014).

Для оцінки функціонального стану рослин застосовуються фізіолого-біохімічні показники, які відображують ростові та метаболічні процеси, що дають змогу чітко визначити рівень їх відхилення від оптимуму та провести порівняння за різних екологічних умов зростання (Beljaeva, 1986; Shubert, 1988; Sergejchik, 1994; Bessonova, 2001). Такий методичний підхід застосований для оцінки життєвого стану деревних рослин санітарних зон промислових підприємств і лісових масивів в умовах техногенного навантаження (Smit, 1985; Bessonova, 1991; Bessonova and Jusyriya, 2001). Значну увагу функціональній діагностиці рослин в урботехногенних умовах приділяє П.С. Гнатів (Gnativ, 2014), який вважає перспективним ширше використання низки критеріїв, які дозволять поліпшити стан рослин в умовах міст.

Вивченню життєвого стану деревних рослин парків і вуличних насаджень приділяється велика увага. Проведено аналіз стану зелених насаджень парків Вінниччини (Klimenko, 2003), Краснодар (Kolesnikova, 2004), Іжевська (Buharina et al., 2007), Сиктивкар (Mingaleva, 2012) тощо. За даними І.П. Колесникової (Kolesnikova, 2004), внаслідок збільшення антропогенного навантаження на зелені насадження міських територій спостерігається широка варіація видів деревних порід за категоріями фітосанітарного стану. Gontar et al. (2013) вказують, що частка рослин, які не мають ознак ослаблення, на об'єктах озеленення центральної частини Мурманська складає лише 8%. Аналогічні дослідження проводили також у парках Великобританії (Britt and Johnston, 2008), США (Kristen

and Dexter, 2013), Вірменії (Sadeghian and Vardanyan, 2013), Білорусі (Fedoruk, 1980; Kravchuk, 2011).

Мета цієї статті – оцінити життєвий стан деревних рослин парків за морфофізіологічними показниками в умовах м. Дніпропетровськ.

Матеріал і методи досліджень

Для порівняння життєвого стану рослин у різних парках як модельні об'єкти дослідження обрані клен гостролистий (*Acer platanoides* L.) і липа широколиста (*Tilia plathyphyllos* Scop.), чутливі до антропогенного навантаження в умовах південного сходу України, та толерантний вид – робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.). Експерименти проводили у парках ім. Ю. Гагаріна, ім. Б. Хмельницького, ім. Л. Глоби, ім. Т.Г. Шевченка, ім. М. Калініна, Молодіжному (колишній парк ім. В.І. Леніна) та Севастопольському. Ці парки відрізняються рекреаційним навантаженням, а також рівнем забруднення атмосферного повітря та ґрунту, яке залежить від ступеня їх віддаленості від промислових об'єктів і автошляхів. Контрольні рослини зростали у парку смт. Петрівка Дніпропетровської області.

Парки ім. М.І. Калініна та Молодіжний розташовані на відстані 2,3 і 2,8 км, відповідно, від Західного промислового комплексу. Парк ім. Л. Глоби межує з автошляхом з інтенсивним рухом автотранспорту. Відстань його від Західного промвузла – 4,5 км. Навскіс від парку ім. Т.Г. Шевченка через р. Дніпро розташована Східна промислова група підприємств. Менший вплив підприємства цієї промзони спричиняють на насадження Севастопольського парку, оскільки парк частково відокремлений приватним сектором і житловим масивом Перемога 1–6 (Brygadyrenko et al., 2012). Парки ім. Ю. Гагаріна та Б. Хмельницького розкинулися поблизу вулиць із дуже інтенсивним рухом автотранспорту та віддалені від промислових зон на відстань близько 10 і 6 км відповідно.

Дослідження проводили на п'яти модельних деревах 30–35-річного віку. Приріст пагонів і площу листової пластинки визначали за Molchanov and Smirnov (1967). Розрахунок показників життєвого стану рослин у парках проводили за шкалою категорій стану листяних порід Jakubov (2005). Ступінь пошкодження деревостанів характеризували середнім індексом пошкодження, розрахованим як середньозважене з класів (балів) пошкодження дерев у парках (Shavnin et al., 2010). Індекс життєвого стану деревостану розраховували як суму добутків показника категорії стану на кількість дерев у наявній категорії, поділену на загальну кількість обстежених дерев (Alekseev, 1989; Babij, 2000). Здоровими (I) вважали дере-

востани з індексом 1,00–1,50, ослабленими (II) – 1,51–2,50, дуже ослабленими (III) – 2,50–3,50, такими, що всихають (IV) – 3,51–4,50, свіжим сухостоєм (V) – 5,50, старим сухостоєм (VI) – 5,51–6,50. Оцінювання та ступінь пошкодження листків здійснювали за Nikolaevskij (1979).

Вміст пігментів визначали у витяжці 96% етанолу на СФ-2000. Розрахунки здійснювали за формулами Вінтерманса, Мотса (Bessonova, 2006).

Розраховували середнє арифметичне значення ознак та стандартну помилку (SE). Перевірку на нормальність розподілу проведено методом розрахунку асиметрії та ексцесу. Для оцінки достовірності відмінності між вибірками застосовано t-критерій Стьюдента.

Результати досліджень та їх обговорення

Оцінка стану рослин показала, що дерева у парках міста мали подібні ознаки зовнішніх симптомів порушень – часткове всихання пагонів, укорочення приросту, наявність ушкоджених і хлоротичних листків, трапляються фаунті рослини. Проте ступінь прояву та кількість ушкоджених рослин відрізняються залежно від функціональної зони розташування парків. Найкращий вигляд мають дерева парку ім. Ю. Гагаріна та Севастопольського, за винятком старих перестійних рослин. Листки цих дерев мало ушкоджені, всихають гілки, що майже відсутні, стовбури мають дефекти у поодиноких дерев (оцінка – 1,5 бала).

Життєвий стан рослин у парках ім. Т. Шевченка та ім. Б. Хмельницького оцінено у 2 бали, ім. Л. Глоби – 2,5 бала. Найгіршим цей показник виявився у рослин парках ім. М. Калініна та Молодіжному. Листки як клена гостролистого, так і липи широколистої значною мірою уражені хворобами та шкідниками, вкриті шаром пилу, дрібніші, до 5% від загальної кількості на модельних гілках деформовані та викривлені порівняно з рослинами контролю. Виявлено багато молодих пагонів та бічних гілок, що всихають, трапляються рослини з частково сухими гілками першого порядку. Крони дерев зріджені та малогіллясті, є фаунті рослини. Із середини липня з'являються крайові, точкові, міжжилкові некрози листків, хлороз. Стан насаджень цих видів у даних парках оцінено трьома балами (середнє пошкодження).

Розрахунок індексу стану деревостану парків свідчить, що оцінку «здоровий» отримали тільки рослини парків ім. Ю. Гагаріна, Т.Г. Шевченка та Севастопольського (85, 86 та 84, відповідно). Деревостани всіх інших парків отримали оцінку «ослаблений», при цьому найнижчий індекс мають парк ім. М.І. Калініна та Молодіжний – 58 і 62, у парках ім. Л. Глоби та Б. Хмельницького цей показник становив 68 та 75–76.

Для вивчення морфофункціональних показників деревних рослин парків використовували клен гостролистий, липу широколисту та робінію звичайну. Облік морфометричних змін, що виникають у рослинних організмів за дії чинників різної етіології, покладено в основу методу морфометричної індикації життєвості рослин і екологічного стану території (Mjening, 1985; Shubert, 1988). Даний метод – один із найпоширеніших, що зумовлено його простотою (Grame et al., 1996). Чутливим показником є ріст як маркер не тільки життєвості рос-

лин, а й екологічної напруженості середовища (Bessonova, 1999; Lukina, 2011; Zijatdinova et al., 2012). Визначення довжини річного приросту у досліджуваних рослинних об'єктів різних парків міста показало, що найбільша вона у парку ім. Ю. Гагаріна (майже не відрізняється від контролю). Найменші величини показника спостерігаються у дерев парків ім. М.І. Калініна, Молодіжному та Л. Глоби. Порівняння довжини річних пагонів клена гостролистого та липи широколистої свідчить, що різниця з показниками контролю більша у першого виду (табл. 1). У парках ім. М.І. Калініна, Молодіжному та Л. Глоби у клена гостролистого їх довжина становить 51,2, 64,5 та 59,5% від контрольних значень, у липи широколистої – 62,5, 73,4 та 70,4%, відповідно. За величиною річного приросту клена гостролистого парки можна розташувати у такий ряд: парк с. Орлівщина = ім. Ю. Гагаріна > ім. Б. Хмельницького > Севастопольський > ім. Т. Шевченка > Молодіжний > ім. Л. Глоби > ім. М. Калініна, а липи широколистої – с. Орлівщина = ім. Ю. Гагаріна > ім. Б. Хмельницького > Севастопольський > Молодіжний > ім. Л. Глоби > ім. Т.Г. Шевченка > ім. М.І. Калініна.

Найменші відмінності за величиною річного приросту пагонів у рослин різних парків виявлені у робінії звичайної (табл. 1). У цього виду показник статистично не відрізняється від контрольних значень у парках ім. Ю. Гагаріна, Б. Хмельницького та Севастопольському. Найсуттєвіше пригнічення росту пагонів спостерігається у робінії звичайної у парках ім. Л. Глоби, М.І. Калініна та Молодіжному. Їх довжина становить 80,3, 72,9 і 82,2% відносно контролю, що більше, ніж для двох інших досліджуваних видів.

Товщина однорічних пагонів у рослин різних парків різниться меншою мірою, порівняно з їх довжиною (табл. 1). Найінформативнішими серед морфологічних показників можна вважати ті, що тісно корелюють із величиною первинної продукції та характеризують відношення у системі «рослина – середовище». До таких, зокрема, належать характеристики асиміляційної поверхні. Слід зазначити, що найбільша кількість листків на річному пагоні у клена гостролистого у таких парках міста, як ім. Ю. Гагаріна, Т.Г. Шевченка та Севастопольському. У цих парках різниця між контрольними та дослідними показниками статистично недостовірна за 5% рівня імовірності. На 16,9% менша кількість листків порівняно з контролем у рослин парку ім. Б. Хмельницького. В інших досліджуваних парках цей показник близький за значеннями: варіює від 61,9 до 67,6% щодо кількості листків на річному пагоні у рослин замського парку (табл. 2).

У липи широколистої кількість листків у модельних рослин найменша в парках ім. М.І. Калініна та Молодіжному. Близькі значення цього показника у дерев парків ім. Б. Хмельницького, Севастопольському та Ю. Гагаріна. Вони мало відрізняються від контрольних значень. Облистяність річних пагонів дерев цього виду у парках, розташованих поблизу промислових зон, відрізняється від контрольних значень меншою мірою, ніж у клена гостролистого. Така сама закономірність за співвідношенням кількості листків у різних парках спостерігається у робінії звичайної. У рослин цього виду, що зростають у парках ім. Ю. Гагаріна, Б. Хмельницького, Т.Г. Шевченка та Севастопольському, кількість листків на пагонах статистич-

но не відрізняється від контрольного варіанта. У рослин інших парків виявлено меншу кількість листків порівняно з контролем. У парках ім. Л. Глоби, М. Калініна та Молодіжному ці показники дорівнюють 85,1, 77,9 і 80,8% відносно рослин, які зростали у парку смт. Петриківка.

Площа листової пластинки клена гостролистого у міських парках менша порівняно з контролем, окрім парків ім. Ю. Гагаріна та Б. Хмельницького (табл. 2), для

рослин яких різниця між показниками міського та замиського парків статистично недостовірна. У липи широколистої площа листків також найбільша у замиському парку та парку ім. Ю. Гагаріна, а найменша у парках ім. М.І. Калініна та Молодіжному. Вона мало відрізняється у дерев парків Севастопольського, ім. Б. Хмельницького та Т.Г. Шевченка, проте менша, ніж у контролі.

Таблиця 1

Довжина та товщина річних пагонів деревних порід окремих парків м. Дніпропетровськ

Вид	Назва парку	Довжина пагона, см	t_d	% до контролю	Товщина пагона, см	t_d	% до контролю
<i>Acer platanoides</i> L.	сmt. Петриківка	15,93 ± 0,14	–	100,0	3,71 ± 0,08	–	100,0
	ім. Ю. Гагаріна	15,88 ± 0,12	0,27	99,7	3,66 ± 0,09	0,41	98,7
	ім. Т.Г. Шевченка	10,53 ± 0,20*	22,13	66,1	2,75 ± 0,06*	9,60	74,1
	ім. Л. Глоби	9,48 ± 0,42*	14,65	59,5	2,97 ± 0,06*	7,40	80,0
	ім. М. Калініна	8,15 ± 0,33*	21,73	51,2	2,49 ± 0,05*	12,97	67,1
	ім. Б. Хмельницького	11,73 ± 0,44*	9,13	73,6	2,96 ± 0,06*	7,50	79,8
	Севастопольський	11,37 ± 0,36*	11,81	71,4	2,97 ± 0,11*	5,44	80,0
	Молодіжний	10,27 ± 0,33*	15,81	64,5	2,44 ± 0,05*	13,51	65,8
<i>Tilia plathyphyllos</i> Scop.	сmt. Петриківка	19,20 ± 0,48	–	100,0	4,24 ± 0,16	–	100,0
	ім. Ю. Гагаріна	17,14 ± 0,85	2,12	89,3	3,87 ± 0,13	1,85	91,3
	ім. Т.Г. Шевченка	15,25 ± 0,41*	6,26	79,4	3,39 ± 0,12*	4,25	79,9
	ім. Л. Глоби	13,52 ± 0,51*	8,11	70,4	3,08 ± 0,11*	5,97	72,6
	ім. М. Калініна	12,00 ± 0,32*	12,63	62,5	3,24 ± 0,12*	5,00	76,4
	ім. Б. Хмельницького	16,35 ± 0,40*	4,56	85,2	3,66 ± 0,15*	2,64	86,3
	Севастопольський	15,15 ± 0,63*	5,11	78,9	3,54 ± 0,13*	3,39	83,5
	Молодіжний	14,10 ± 0,65*	6,37	73,4	3,41 ± 0,12*	4,15	80,4
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	сmt. Петриківка	17,91 ± 0,82	–	100,0	3,25 ± 0,12	–	100,0
	ім. Ю. Гагаріна	19,69 ± 0,83	1,53	115,5	3,64 ± 0,14	2,11	112,0
	ім. Т.Г. Шевченка	15,54 ± 0,44*	2,54	86,8	2,93 ± 0,12	1,89	90,2
	ім. Л. Глоби	14,39 ± 0,64*	3,38	80,3	2,77 ± 0,11*	2,96	85,2
	ім. М. Калініна	13,06 ± 0,50*	5,05	72,9	2,62 ± 0,12*	3,72	80,6
	ім. Б. Хмельницького	16,94 ± 0,67	0,91	94,6	3,03 ± 0,13	1,25	93,2
	Севастопольський	16,55 ± 0,51	1,40	92,4	3,11 ± 0,11	0,86	95,7
	Молодіжний	14,73 ± 0,36*	3,57	82,2	2,67 ± 0,11*	3,58	82,2

Примітка: * – різниця між контрольним і дослідним варіантами статистично достовірна за $P < 0,05$.

У робіні звичайної площа листка визначається як кількістю листочків на рахісі, так і їх площею. Згідно з даними таблиці 2, у рослин цього виду спостерігається зменшення площі листка в усіх парках за винятком парку ім. Ю. Гагаріна. Найсуттєвіша різниця між контрольним і дослідним варіантами спостерігається у парках ім. М. Калініна та Молодіжному (40,9% і 35,5% щодо контролю). У парках ім. Л. Глоби, Б. Хмельницького, Т.Г. Шевченка та Севастопольському ці показники майже не різняться між собою (81,8, 83,6, 88,2 і 87,6% відносно контролю, відповідно).

Асиміляційна площа однорічного пагона у рослин клена гостролистого парку ім. Ю. Гагаріна майже не відрізняється від показників контролю, у той час як в інших парках асиміляційна поверхня менша, особливо у дерев парків ім. М. Калініна, Молодіжному, ім. Л. Глоби та ім. Т.Г. Шевченка (40,2, 42,7, 43,6 та 51,5% щодо контролю, відповідно). Аналогічна закономірність характерна і для липи широколистої. Площа асиміляційної поверхні пагона рослин цього виду у вищевказаних парках становить 49,5, 54,8, 63,3 та 68,7% стосовно рослин замиського парку (табл. 2). У робіні звичайної цей показник у дерев міських парків менший, ніж у замиського, за винятком рослин, які зростають у парку ім. Ю. Гагаріна.

Найменший він у парках ім. Калініна та Молодіжному (46,0% і 63,9% щодо контролю, відповідно).

Вміст фотосинтетичних пігментів великою мірою визначається сукупним впливом екологічних факторів, у тому числі антропогенних. Тому показники зміни кількості хлорофілу можна розглядати як неспецифічні маркери як життєвого стану рослин, так і довкілля (Bessonova, 1992; Kulagin and Jusupov, 2008; Vasilevskaja and Lukina, 2010; Buharina et al., 2013).

Сума хлорофілів a+b у листках клена гостролистого різних парків міста менша, ніж у контролі (табл. 3). Найменший вміст пігментів у листках рослин парку ім. М. Калініна, найбільший – у парку ім. Ю. Гагаріна (56,7% і 88,0% до контролю, відповідно). У листках рослин парків Севастопольського, ім. Т. Шевченка, ім. Б. Хмельницького цей показник відповідно дорівнює 81,6, 77,0 та 71,0% щодо контролю. Близькі значення вмісту хлорофілу в листках дерев парків ім. Л. Глоби та Молодіжному (65,2 і 64,4%).

У липи широколистої спостерігається аналогічна тенденція щодо кількості хлорофілу в листках дерев різних парків порівняно з контролем. Лише у дерев парку ім. Ю. Гагаріна різниця між контрольним і дослідним варіантами статистично недостовірна. За вмістом

хлорофілу у листках дерев цього виду парки можна ранжувати у такий ряд: Орлівщина = ім. Ю. Гагаріна > Севастопольський ≥ ім. Т. Шевченка > ім. Б. Хмельницького > ім. Л. Глоби = ім. М. Калініна > Молодіжний. У листках робінії звичайної не встановлено відмінностей за вмістом суми хлорофілів a+b для міських

парків ім. Ю. Гагаріна, Б. Хмельницького та Севастопольського та фоновими значеннями цього показника (парк у смт. Петриківка). У парках ім. М. Калініна, Молодіжному, Т.Г. Шевченка і Л. Глоби вміст суми хлорофілів складає 82,0, 83,7, 88,2 і 79,0% щодо норми відповідно (табл. 3).

Таблиця 2

Характеристика асиміляційного апарату деревних рослин у парках м. Дніпропетровськ

Вид	Парк	Кількість листків на пагоні, шт.	t_d	% до контролю	Площа листка, см ²	t_d	% до контролю	Площа асиміляційної поверхні пагона, см ²	t_d	% до контролю
<i>Acer platanoides</i> L.	смт. Петриківка	6,51 ± 0,30	–	100,0	80,0 ± 3,8	–	100,0	520,0 ± 20,0	–	100,0
	ім. Ю. Гагаріна	6,02 ± 0,23	1,35	92,5	77,9 ± 3,8	0,40	97,4	461,8 ± 20,1	2,04	88,8
	ім. Т.Г. Шевченка	5,92 ± 0,28	1,46	90,9	62,3 ± 3,0*	3,63	77,9	268,0 ± 10,4*	11,15	51,5
	ім. Л. Глоби	4,40 ± 0,19*	6,00	67,6	55,3 ± 2,6*	5,34	69,1	226,8 ± 9,3*	13,27	43,6
	ім. М. Калініна	4,03 ± 0,17*	7,35	61,9	52,3 ± 2,3*	6,21	65,4	209,0 ± 9,1*	14,12	40,2
	ім. Б. Хмельницького	5,42 ± 0,28*	2,92	83,3	72,5 ± 2,0	1,75	90,6	391,2 ± 12,3*	5,47	75,2
	Севастопольський	6,03 ± 0,30	1,19	92,6	69,0 ± 3,4*	2,15	86,3	414,4 ± 13,1*	4,40	79,7
	Молодіжний	4,20 ± 0,20*	6,38	64,5	52,8 ± 2,2*	6,20	66,0	221,9 ± 11,0*	13,04	42,7
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	смт. Петриківка	7,80 ± 0,29	–	100,0	75,2 ± 3,4	–	100,0	586,8 ± 20,3	–	100,0
	ім. Ю. Гагаріна	7,52 ± 0,33	0,68	96,4	80,5 ± 4,0	1,00	107,0	605,4 ± 29,5	0,52	103,2
	ім. Т.Г. Шевченка	6,66 ± 0,29*	2,78	85,4	60,6 ± 2,0*	3,69	80,6	403,3 ± 10,3*	8,05	68,7
	ім. Л. Глоби	6,65 ± 0,31*	2,73	85,3	55,9 ± 2,6*	4,50	74,3	371,7 ± 15,2*	10,61	63,3
	ім. М. Калініна	5,58 ± 0,28*	5,50	71,5	48,1 ± 2,3*	6,60	63,9	290,7 ± 10,1*	13,04	49,5
	ім. Б. Хмельницького	7,17 ± 0,33	1,46	91,9	64,3 ± 2,7*	2,27	85,5	460,8 ± 16,1*	4,85	78,5
	Севастопольський	7,20 ± 0,34	1,36	92,3	63,7 ± 2,5*	2,70	84,7	458,8 ± 18,0*	4,71	78,2
	Молодіжний	6,05 ± 0,29*	4,26	77,6	51,3 ± 2,4*	5,69	68,2	321,7 ± 14,5*	10,61	54,8
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	смт. Петриківка	8,11 ± 0,40	–	100,0	135,1 ± 5,4	–	100,0	1094,3 ± 49,3	–	100,0
	ім. Ю. Гагаріна	7,70 ± 0,36	0,77	94,9	136,5 ± 5,9	0,04	101,0	1051,1 ± 30,1	0,74	96,1
	ім. Т.Г. Шевченка	7,43 ± 0,27	1,41	91,6	119,2 ± 5,0*	2,16	88,2	882,1 ± 27,2*	3,77	80,6
	ім. Л. Глоби	6,90 ± 0,30*	2,42	85,1	110,5 ± 5,0*	3,34	81,8	762,5 ± 26,5*	5,93	69,7
	ім. М. Калініна	6,32 ± 0,29*	3,65	77,9	79,9 ± 3,2*	8,83	59,1	503,4 ± 19,1*	11,18	46,0
	ім. Б. Хмельницького	7,20 ± 0,33	1,78	88,8	113,0 ± 4,8*	3,06	83,6	813,6 ± 26,2*	5,03	74,3
	Севастопольський	7,50 ± 0,37	1,12	92,5	118,3 ± 5,0*	2,28	87,6	887,3 ± 29,1*	3,61	81,1
	Молодіжний	6,55 ± 0,30*	3,12	80,8	87,1 ± 3,3*	7,59	64,5	698,9 ± 27,2*	7,03	63,9

Примітка: див. табл. 1.

У листках клена гостролистого та липи широколистої у більшості міських парків вміст як хлорофілу a, так і хлорофілу b менший, ніж у замиському. У робінії звичайної кількість хлорофілу b майже така сама, як і в контрольному варіанті, а хлорофілу a менша тільки у рослин трьох парків (ім. М.І. Калініна, Л. Глоби та Молодіжного). Це свідчить про більшу стійкість пігментного апарату цього виду, ніж у клена гостролистого та липи широколистої. Висновок про те, кількість якої форми хлорофілу відрізняється від контролю більше, за нашими даними зробити неможливо.

Деякі дослідники вказують на те, що інформативнішим біоіндикаційним показником стану доквілля є співвідношення хлорофілів a/b (Bessonova, 1992; Kosjubyńska, 2000; Glivljás and Nikolajchuk, 2001; Mylen'ka, 2008; Pağan and Mylen'ka, 2009). Вміст як хлорофілу a, так і b у листках клена гостролистого та липи широколистої у міських парках менший, ніж у замиському. Проте співвідношення хлорофілів a/b у листках рослин майже не відрізняється від контрольних значень переважно в усіх парках (за винятком рослин липи широколистої та робінії звичайної у парках ім. М. Калініна та Молодіжному). Зниження сумарного вмісту хлорофілу за дії неспри-

ятливих чинників, яке не супроводжується значними змінами співвідношення хлорофілів a/b, може мати фізіологічне значення. Деякі вчені розглядають такий ефект як захисний механізм для подолання стресу. У листках обох видів рослин в інших парках відношення a/b нижче, ніж у контролі.

Низка авторів (Zabuga and Zabuga, 1983a, 1983b; Shherbatjuk et al., 1991, 1994a, 1994b) у працях щодо вуглекислотного газообміну звернули увагу на те, що фотосинтетична продуктивність із розрахунку на пагін більшою мірою, ніж питома інтенсивність фотосинтезу, придатна для оцінки фізіологічного стану дерев. За результатами розрахунків фотосинтетичних пігментів у хвої сосни різного ступеня пригнічення, Mihajlova and Berezhnaja (2000) встановили, що найбільш прийнятний для адекватного відображення фізіологічного стану хвойних дерев розрахунок пластидних пігментів на масу хвої пагона. Результати свідчать, що регуляція процесів на рівні пагона та крони в цілому тотожна. Виходячи із цих передумов, проаналізували кількість фотосинтетичних пігментів у перерахунку на масу листків пагона (табл. 4, рис.). Кількість хлорофілу a+b у масі листків липи широколистої та робінії звичайної на річному пагоні

знижується у міських парках порівняно з рослинами замиської зони, за винятком парку ім. Ю. Гагаріна (табл. 4). У клена гостролистого, на відміну від інших видів, різниця між значеннями істотна, для парку ім. Ю. Гагаріна вона дорівнює 20,9%. Значно нижчі ці показники у рослин парків ім. Л. Глоби, М. Калініна та Молодіжному, більшою мірою – у клена гостролистого. У цього виду у вищевказаних парках вміст зеленого пігменту в масі

листіків на річному пагоні відносно контролю становить 30,5, 22,8 і 27,5% відповідно, у липи широколистої та робінії звичайної – 44,7, 33,3 і 48,8% та 52,9, 32,3 і 43,6% відповідно. У парках ім. Т.Г. Шевченка, Б. Хмельницького та Севастопольському кількість хлорофілу в перерахунку на масу листків річного пагона також менша, ніж у контрольних рослин.

Таблиця 3

Вміст хлорофілів (мг/г сирі маси) у листках модельних видів у парках м. Дніпропетровськ

Вміст хлорофілу	Назва парку	<i>Acer platanoides</i> L.	t_d	% до контролю	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	t_d	% до контролю	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	t_d	% до контролю
Хлорофіл а	смт. Петриківка	3,41 ± 0,102	–	100,0	3,68 ± 0,110	–	100,0	2,65 ± 0,080	–	100,0
	ім. Ю. Гагаріна	3,03 ± 0,081	2,96	88,9	3,32 ± 0,083	2,64	90,2	2,59 ± 0,102	0,46	97,7
	ім. Т.Г. Шевченка	2,70 ± 0,103*	5,03	79,2	2,98 ± 0,062*	5,60	81,0	2,34 ± 0,074	2,92	88,3
	ім. Л. Глоби	2,22 ± 0,114*	8,04	65,1	2,43 ± 0,052*	10,41	66,0	2,02 ± 0,113*	4,63	76,2
	ім. М. Калініна	1,87 ± 0,054*	13,87	54,8	2,22 ± 0,155*	6,66	66,3	2,07 ± 0,073*	5,47	78,1
	ім. Б. Хмельницького	2,53 ± 0,130*	5,36	74,2	2,96 ± 0,084*	5,29	80,4	2,44 ± 0,060	2,10	92,1
	Севастопольський	2,82 ± 0,080*	4,60	82,7	3,02 ± 0,082*	4,85	82,1	2,56 ± 0,144	0,55	96,6
Молодіжний	2,05 ± 0,060*	11,72	60,1	2,15 ± 0,063*	12,24	58,4	2,13 ± 0,085*	4,60	80,4	
Хлорофіл б	смт. Петриківка	1,42 ± 0,031	–	100,0	1,45 ± 0,040	–	100,0	0,87 ± 0,050	–	100,0
	ім. Ю. Гагаріна	1,22 ± 0,042*	4,00	85,9	1,40 ± 0,032	1,00	96,6	0,85 ± 0,062	0,25	97,7
	ім. Т.Г. Шевченка	1,12 ± 0,074*	3,94	78,9	1,23 ± 0,045*	3,92	84,8	0,79 ± 0,024	1,50	90,8
	ім. Л. Глоби	0,93 ± 0,032*	11,66	65,5	1,02 ± 0,044*	7,67	70,3	0,68 ± 0,054	2,71	78,2
	ім. М. Калініна	0,87 ± 0,042*	11,00	61,3	1,13 ± 0,053*	5,00	77,9	0,84 ± 0,013	0,60	96,6
	ім. Б. Хмельницького	1,10 ± 0,065*	4,77	77,5	1,15 ± 0,083*	3,37	79,3	0,81 ± 0,070	0,69	93,1
	Севастопольський	1,12 ± 0,044*	6,00	78,9	1,25 ± 0,066	2,77	86,2	0,89 ± 0,045	0,31	102,3
Молодіжний	1,06 ± 0,040*	7,20	74,6	1,08 ± 0,050*	5,78	74,5	0,84 ± 0,060	0,38	96,6	
Хлорофіл а+б	смт. Петриківка	4,83 ± 0,112	–	100	5,13 ± 0,120	–	100	3,55 ± 0,090	–	100
	ім. Ю. Гагаріна	4,25 ± 0,101*	3,91	88,0	4,72 ± 0,103	2,62	92,0	3,41 ± 0,110	0,98	96,0
	ім. Т.Г. Шевченка	3,72 ± 0,143*	6,23	77,0	4,21 ± 0,105*	5,89	82,0	3,13 ± 0,082*	3,50	88,2
	ім. Л. Глоби	3,15 ± 0,121*	10,37	65,2	3,45 ± 0,116*	10,37	67,3	2,70 ± 0,106*	6,34	79,0
	ім. М. Калініна	2,74 ± 0,152*	11,23	56,7	3,57 ± 0,092*	10,40	69,6	2,91 ± 0,093*	5,03	82,0
	ім. Б. Хмельницького	3,43 ± 0,076*	10,76	71,0	4,11 ± 0,132*	5,79	80,1	3,25 ± 0,152	1,72	91,5
	Севастопольський	3,94 ± 0,093*	6,26	81,6	4,27 ± 0,121*	5,08	83,2	3,45 ± 0,123	0,66	97,2
Молодіжний	3,11 ± 0,162*	8,86	64,4	3,23 ± 0,070*	10,79	63,0	2,97 ± 0,080*	4,83	83,7	
Хлорофіл а/б	смт. Петриківка	2,40 ± 0,150	–	100,0	2,53 ± 0,052	–	100,0	3,04 ± 0,093	–	100,0
	ім. Ю. Гагаріна	2,48 ± 0,142	0,39	103,3	2,37 ± 0,080	1,70	93,7	3,05 ± 0,042	0,10	100,3
	ім. Т.Г. Шевченка	2,41 ± 0,112	0,05	100,4	2,42 ± 0,062	1,41	96,7	2,96 ± 0,185	0,40	97,4
	ім. Л. Глоби	2,38 ± 0,124	0,10	99,2	2,38 ± 0,066	1,92	94,0	2,97 ± 0,102	0,53	97,7
	ім. М. Калініна	2,15 ± 0,145	1,21	89,6	1,96 ± 0,074*	6,62	77,5	2,46 ± 0,123*	3,86	80,9
	ім. Б. Хмельницького	2,30 ± 0,113	0,16	98,8	2,57 ± 0,043	0,24	101,6	3,01 ± 0,120	0,20	99,0
	Севастопольський	2,51 ± 0,125	0,57	104,6	2,41 ± 0,090	1,17	95,3	2,87 ± 0,065	1,57	94,4
Молодіжний	1,93 ± 0,086	2,76	80,4	1,99 ± 0,062*	5,74	78,7	2,53 ± 0,093*	4,01	83,2	

Примітка: див. табл. 1.

Найвищим індексом життєвого стану (за комплексом показників) характеризуються рослини парку ім. Ю. Гагаріна, а найнижчим – парку ім. М. Калініна. За більшістю показників після парку ім. Ю. Гагаріна можна розташувати Севастопольський, потім парк ім. Б. Хмельницького та Л. Глоби. Для парку ім. Т. Шевченка спостерігається зміна положення у ранжованому ряді за різними показниками. Це може бути пов'язане не лише з дією на рослини забруднення довкілля, а і з низкою інших чинників (режимом зволоження, рекреаційним навантаженням тощо).

Морфологіологічні показники клена гостролистого у різних парках відрізняються суттєвіше, у робінії звичайної – найменше. Показники приросту пагонів, площі листків та вмісту хлорофілу, які слугують індикаторами функціонального стану деревних рослин, указують на

різний рівень життєвого стану насаджень парків. У парках, розташованих у зоні більшого техногенного забруднення, відмічається нижчий рівень життєвості (парки ім. М. Калініна та Молодіжний). Виявлені закономірності можуть бути використані як основа для проведення регулярного моніторингу насаджень парків м. Дніпропетровськ для своєчасного виявлення негативних змін, а також для розроблення заходів із відновлення стійкості екосистем. Отримані дані свідчать про необхідність проведення запобіжних заходів для поліпшення функціонального стану деревних рослин більшості парків.

У світовій літературі наведено дослідження щодо впливу чинників урбанізованого середовища на деревну рослинність великих міст (Bergang et al., 1985; Stravinskienė et al., 2015). Праці присвячені головним чином вив-

ченню впливу антропогенного навантаження на зміни в асиміляційному апараті (Hyungsuk and Ryu, 2015), ріст пагонів (Voroshilova, 2006), деякі фізіологічні показники (Rahmana et al., 2014) окремих деревних порід. А. Станкевичене (Stankevičienė, 2015) провела дослідження з моніторингу стану деревної рослинності лісопарків м. Каунас.

Автор спостерігала дефоліацію, хлороз, велику кількість сухих гілок у кроні, грибові враження. О. Суслова зі співавт. (Suslova et al., 2013) провела моніторинг віталітету деревних насаджень у парках промислових міст на південному сході України, виявивши найтолерантніші види дерев в умовах техногенного навантаження.

Таблиця 4

Маса асиміляційного апарату та кількість хлорофілу a+b (мг/масу листків річного пагона) у деревних рослин парків м. Дніпропетровськ

Вид	Парк	Маса листка, г	t_d	% до контролю	Маса листків на річному пагоні, г	t_d	% до контролю	Кількість хлорофілу a+b у масі листків на річному пагоні, мг	t_d
<i>Acer platanoides</i> L.	смт. Петриківка	172,3 ± 5,3	–	100,0	1119,9 ± 45,9	–	100,0	5409 ± 251	–
	ім. Ю. Гагаріна	167,6 ± 4,2	0,68	97,3	1005,8 ± 40,3	1,86	89,8	4275 ± 211*	3,45
	ім. Т.Г. Шевченка	134,0 ± 3,2*	6,14	77,8	790,9 ± 29,5*	6,02	70,6	2942 ± 120*	8,85
	ім. Л. Глоби	119,1 ± 3,1*	8,63	69,1	524,0 ± 23,2*	11,57	46,8	1651 ± 65*	14,47
	ім. М. Калініна	112,5 ± 4,1*	8,88	65,3	450,0 ± 20,5*	13,31	40,2	1233 ± 45*	16,35
	ім. Б. Хмельницького	156,6 ± 4,6	2,23	90,9	842,4 ± 30,2*	5,04	75,2	2889 ± 130*	8,90
	Севастопольський	148,7 ± 3,6*	3,63	86,3	892,3 ± 34,60*	3,95	79,7	3516 ± 151*	6,46
	Молодіжний	113,8 ± 4,3*	8,55	66,0	477,8 ± 20,5*	12,72	42,7	1485 ± 64*	15,13
<i>Tilia plathyphyllos</i> Scop.	смт. Петриківка	128,0 ± 4,5	–	100,0	998,4 ± 40,9	–	100,0	5122 ± 240	–
	ім. Ю. Гагаріна	137,0 ± 3,9	1,52	107,0	1030,7 ± 41,5*	0,55	103,2	4865 ± 204	0,81
	ім. Т.Г. Шевченка	103,0 ± 4,1*	4,09	80,5	852,5 ± 32,2*	2,80	85,4	3589 ± 179*	5,11
	ім. Л. Глоби	95,1 ± 3,9*	5,46	74,3	632,4 ± 25,1*	7,62	63,3	2289 ± 95*	10,96
	ім. М. Калініна	81,8 ± 3,1*	8,43	63,9	456,2 ± 20,1*	11,89	45,7	1705 ± 74*	13,59
	ім. Б. Хмельницького	109,3 ± 3,0*	3,44	85,4	917,8 ± 30,5*	1,58	91,9	3276 ± 121*	6,86
	Севастопольський	108,4 ± 3,4*	3,46	84,7	921,6 ± 36,2*	1,40	92,3	3935 ± 141*	4,25
	Молодіжний	87,3 ± 3,3*	7,32	68,2	528,0 ± 19,6*	10,37	52,9	2501 ± 103*	13,08
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	смт. Петриківка	149,6 ± 5,60	–	100,0	1213,3 ± 50,3	–	100,0	4306 ± 198	–
	ім. Ю. Гагаріна	151,5 ± 6,2	0,23	101,3	1151,9 ± 42,1	0,93	94,9	3928 ± 174	1,43
	ім. Т.Г. Шевченка	132,0 ± 4,6*	2,41	88,2	980,7 ± 32,6*	3,88	80,8	3069 ± 131*	5,20
	ім. Л. Глоби	122,4 ± 3,6*	4,11	81,8	844,2 ± 32,5*	6,17	69,6	2279 ± 109*	8,96
	ім. М. Калініна	88,5 ± 3,0*	9,62	59,2	478,4 ± 20,5*	13,54	39,4	1392 ± 52*	14,21
	ім. Б. Хмельницького	125,1 ± 5,3*	3,19	83,6	900,9 ± 30,8*	5,29	74,3	2928 ± 120*	5,93
	Севастопольський	130,9 ± 4,8*	2,53	87,5	982,4 ± 39,1*	3,62	81,0	3389 ± 156*	3,63
	Молодіжний	96,5 ± 3,8*	7,86	64,5	631,8 ± 20,8*	10,69	52,1	1876 ± 72*	11,51

Примітка: див. табл. 1

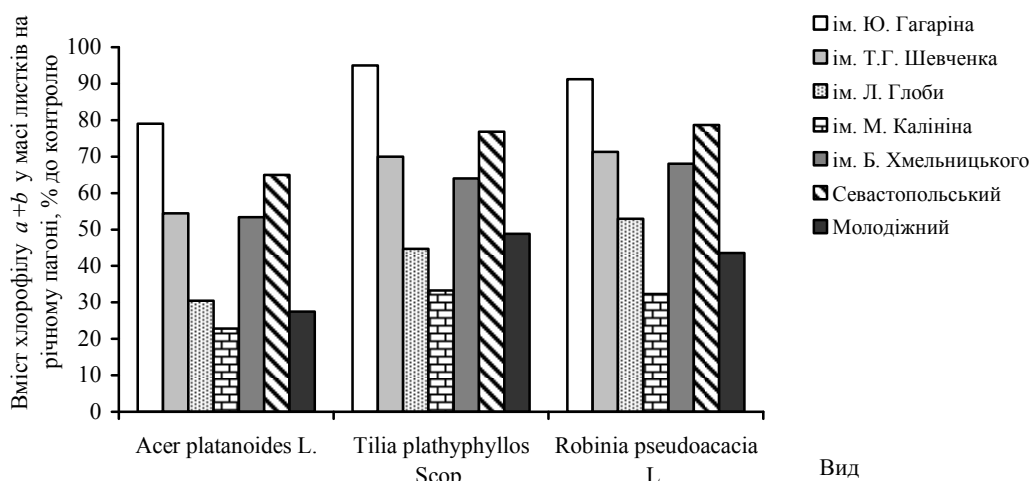


Рис. Вміст хлорофілів a+b у загальній масі листків річного пагона деревних рослин міських парків Дніпропетровська

Оцінку життєвості паркових насаджень проводять також і за допомогою геоінформаційних систем. Д.Л. Калхеві зі співавт. (Kalhavy et al., 2014) проаналізували

стан паркових насаджень із застосуванням просторово-географічної інформаційної системи з порівнянням як із контрольними зеленими насадженнями з екосистемами

державного університету м. Накогдочес (Техас, США). Проте провести співставлення життєвості різних видів у насадженнях м. Дніпропетровськ і в містах інших країн не зовсім коректно, оскільки стан видів деревних рослин за шкалою стійкості залежить не тільки від рівня антропогенного навантаження, а і значною мірою від екологічних умов зростання (особливо від температурного режиму, вологості ґрунту та повітря тощо), які можуть дуже відрізнятися у різних регіонах.

Висновки

Меншим індексом життєвості характеризуються рослини парків ім. М. Калініна та Молодіжного, що пояснюється близьким розташуванням цих об'єктів до Західного промислового комплексу, вищим – парків ім. Ю. Гагаріна та Севастопольського. В усіх парках міста, залежно від місця розташування, спостерігається часткове всихання пагонів, зменшення їх приросту, пошкодження листкових пластинок, хлороз, зустрічаються фаутні рослини.

Установлено зниження довжини та товщини річних пагонів деревних рослин міських парків порівняно із рослинами замиської зони. Найменші величини цього показника спостерігаються у дерев парків ім. М. Калініна, Молодіжного та ім. Л. Глоби, найбільші – у парку ім. Ю. Гагаріна. Товщина однорічних пагонів у рослин різних парків відрізняється меншою мірою, порівняно з їх довжиною. У клена гостролистого відмінності між контрольним і дослідним варіантами виражені сильніше, у робінії звичайної – найменше.

На пагонах дерев міських парків ім. Л. Глоби, ім. М. Калініна та Молодіжному кількість листків менша, ніж у замиському. В інших парках різниця між контрольним і дослідним варіантами статистично недостовірна. Більшою мірою знижується площа листка та асиміляційної поверхні пагона. Цей показник не відрізняється від контролю тільки у парку ім. Ю. Гагаріна. Найменший він у рослин парків ім. М. Калініна, Молодіжному та Л. Глоби.

Кількість зелених пігментів менша у листках рослинних об'єктів парків міста порівняно з рослинами, які використовували як контроль (сmt. Петриківка), за винятком парку ім. Ю. Гагаріна. Ще більша різниця між варіантами за кількістю хлорофілу a+b виявлена у процесі перерахунку на масу листків на річному пагоні, особливо у дерев парків ім. Л. Глоби, ім. М. Калініна та Молодіжному. У клена гостролистого та липи широколистої спостерігається суттєвіша різниця за величиною показників рослин міської та замиської зон, порівняно з робінією звичайною.

Найгіршим життєвим станом за морфофізіологічними показниками характеризуються деревні рослини парків ім. М.І. Калініна, ім. Л. Глоби та Молодіжного, найкращим – ім. Ю. Гагаріна, ім. Л. Глоби та Севастопольського. Інформативні тест-показники для оцінки стану антропогенно зміненого середовища – довжина річного пагона, площа листка та асиміляційної поверхні, а також вміст хлорофілів a+b у перерахунку на масу листків річного пагона. Як чутливі тест-об'єкти рекомендуємо використовувати липу широколисту та клен гостролистий.

Бібліографічні посилання

- Alekseev, V.A., 1989. Diagnostika zhiznennogo sostojanija derev'ev i drevostoev [Diagnostics of the vital condition of trees and arborescence planting]. *Lesovedenie* 4, 51–57 (in Russian).
- Babij, S.M., 2000. Differenciacija derev'ev v lesu, ih klassifikacija i opredelenie zhiznennogo sostojanija drevostoev [Differentiation of the trees in the forest, their classification and identification of the vital condition of arborescence planting]. *Lesovedenie* 4, 35–43 (in Russian).
- Beljaeva, L.V., Nikolaevskij, B.C., Marenova, G.A., 1986. Biohimicheskie pokazateli dlja harakteristiki zagrijaznenija atmosfery i sostojanija rastenij [Biochemical parameters for the characterization of air pollution and plant health]. *Jekologicheskie i fiziologo-biohimicheskie aspekty antropotolerantnosti rastenij*. Tallinn, 52–54 (in Russian).
- Berrang, P., Karnosky, D.F., Stanton, B.J., 1985. Environmental factors affecting tree health in New York City. *J. Arboricult.* 11, 185–189.
- Bessonova, V.P., 1991. Morfo-funktional'nye issledovanija rastenij v uslovijah zagrijaznenija sredi tjazhelymi metallami [Morphological and functional studies of plants in the environment polluted by heavy metals]. *Dnipropetrovsk University Press, Dnipropetrovsk* (in Russian).
- Bessonova, V.P., 1992. Vpliv vazhkih metaliv na pigmentnu sistemu listka [Influence of heavy metals on the leaf pigment systems]. *Ukrainian Botanical Journal* 49(2), 63–66 (in Ukrainian).
- Bessonova, V.P., 1999. Citofiziologicheskie jeffekty vozdejstvija tjazhelyh metallov na rost i razvitie rastenij [Cytophysiological effects of heavy metals on the growth and development of plants]. *Zaporizhzhya State University, Zaporizhzhya* (in Russian).
- Bessonova, V.P., 2001. Metody fitoindykacii v ocinci ekologichnogo stanu dovkillija [Phytoindication methods in the evaluation of the ecological state of the environment]. *Zaporizhzhya State University, Zaporizhzhya* (in Ukrainian).
- Bessonova, V.P., 2006. Praktikum z fiziologii roslin [Practical work on plant physiology]. *PP Svidlera, Dnepropetrovsk* (in Ukrainian).
- Bessonova, V.P., Jusypiva, T.I., 2001. Semenne vozobnovlenie drevesnyh rastenij i promyshlennye polljutanty (SO₂ i NO₂) [Seed regeneration of arborescence plants and industrial pollutants (SO₂ and NO₂)]. *Zaporizhzhya State University, Zaporizhzhya* (in Russian).
- Bobyliov, Y.P., Brygadyrenko, V.V., Bulakhov, V.L., Gaichenko, V.A., Gasso, V.Y., Didukh, Y.P., Ivashov, A.V., Kucheriavyi, V.P., Maliovanyi, M.S., Mytsyk, L.P., Pakhomov, O.Y., Tsaryk, I.V., Shabanov, D.A., 2014. *Ekologija* [Ecology]. Folio, Kharkiv (in Ukrainian).
- Britt, C., Johnston, M., 2008. *Trees in Towns II: A new survey of urban trees in England and their condition and management*. Department for Communities and Local Government (CLG), London.
- Brygadyrenko, V.V., 2014. Influence of moisture conditions on the structure of litter invertebrate communities in shelterbelt and plantation forests in Southern Ukraine. *Journal of BioScience* 22, 77–88.
- Brygadyrenko, V.V., Faly, L.I., Jakimets, K.G., 2012. *Riznomanittja ugrupovan' gerpetobiju balky Tunel'na m. Dnipropetrovsk* [Diversity of litter invertebrates communities from the Tunel'na Gully in Dnipropetrovsk city]. *Visn. Dnipropetr. Univ. Ser. Biol. Ekol.* 20(1), 3–12 (in Ukrainian).
- Buharina, I., Zhuravleva, A.N., Bolyshova, O.G., 2012. *Gorodskie nasazhdenija: Jekologicheskij aspekt* [Urban plantation: Ecological aspects]. *Udmurt State University, Izhevsk* (in Russian).

- Buharina, I.L., Kuz'min, P.A., Gibadulina, I.I., 2013. Analiz sodержaniya fotosinteticheskikh pigmentov v list'jah drevesnykh rasteniy v usloviyakh gorodskoy srede (na primere g. Naberezhnye Chelny) [Analysis the content of photosynthetic pigments in leaves of arborescence plants in an urban environment (for example Naberezhnye Chelny)]. Bulletin of Udmurt University 1, 20–25 (in Russian).
- Buharina, I.L., Pavarnitsyna, T.M., Vedernikov, K.E., 2007. Jekologo-biologicheskie osobennosti drevesnykh rasteniy v urbanizirovannoy srede [Ecological and biological characteristics of woody plants in urban environment]. FGOU Izhevskaya GSHA, Izhevsk (in Russian).
- Faly, L.I., Brygadyrenko, V.V., 2014. Patterns in the horizontal structure of litter invertebrate communities in windbreak plantations in the steppe zone of the Ukraine. J. Plant Prot. Res. 54(4), 414–420.
- Fedoruk, A.T., 1980. Drevesnye rastenija sadov i parkov Belorussii [Woody plants gardens and parks of Belarus]. Nauka i Tekhnika, Minsk (in Russian).
- Glivljias, N.V., Nikolajchuk, V.I., 2001. Vpliv vazhkih metaliv na rist roslin ta vmist hlorofilu v listkah *Lotus corniculatus* L. [Effect of heavy metals on plant growth and content of chlorophyll in the leaves of *Lotus corniculatus* L.]. Scientific Bulletin of Uzhhorod University 9, 311–313 (in Ukrainian).
- Gnativ, P.S., 2014. Funkcional'na diagnostyka v dendroekologii' [Functional diagnostics in dendroecology]. Kamula, L'viv (in Ukrainian).
- Gontar', O.B., Svjatkovskaja, E.A., Trostenjuk, N.N., Korobelnikova, N.M., Shlapak, E.P., Nosatenko, O.J., 2013. Monitoring sostojanija drevesnykh nasazhdenij na nekotorykh obektah ozelenenija v central'noj chasti goroda Murmansk [Monitoring of tree plantations on some objects planting of greenery in the central part of Murmansk city]. Izvestija Samarskogo Nauchnogo Centra Rossijskoj Akademii Nauk 3(2), 621–625 (in Russian).
- Hyungsuk, K., Ryu, Y., 2015. Seasonal variations in photosynthetic parameters and leaf area index in an urban park. Urban For. Urban Gree. 14(4), 1059–1067.
- Ivanciv, V.V., Ivanciv, O.J., 2014. Ekologichni chynnyky pogirshennja stanu derevnykh nasazhden' mista Luc'ka [Ecological factors of deterioration condition arborescence plantations in Lutsk]. Pryroda Zahidnogo Polissja ta Pryleglyh Terytorij, Rozdil II. Biologija 11, 231–235 (in Ukrainian).
- Jakubov, H.G., 2005. Jekologicheskij monitoring zelenykh nasazhdenij v Moskve [Ecological monitoring of green plantation in Moscow]. Statrit-N, Moscow (in Russian).
- Klymenko, J.O., 2003. Derevna roslynnist' starovyynyh parkiv Vinnychchyn [Woody plants in old parks of Vinnitsa region]. Scientific Bulletin Ukrainian National Forestry University 13(5), 299–302 (in Ukrainian).
- Kocjubyn'ska, N.P., 2000. Ekologo-fiziologichni doslidzhennja roslin v umovah promyslovyh pidpryjemstv [Ecological and physiological studies of plants in industrial environments]. Visn. Dnipropetr. Univ. Ser. Biol. Ekol. 7, 31–35 (in Ukrainian).
- Kolesnikova, I.P., 2004. Sostojanie drevesnykh nasazhdenij goroda Krasnodara i razrabotka predlozhenij po iz uluchsheniju [Status of Krasnodar wood plantations and the development of proposals for improvement]. Kuban State Agrarian University, Krasnodar (in Russian).
- Kravchuk, L.A., 2011. Strukturno-funkcional'naja organizacija landshaftno-rekreacionnogo kompleksa v gorodah Belarusi [Structural and functional organization of landscape and recreational complex in the cities of Belarus]. Nauka i Tekhnika, Minsk (in Russian).
- Kristen, L., Dexter, H.L., 2013. A comparison of tree methods for measuring local urban tree canopy cover. Arboriculture and Urban Forestry 39(2), 62–67.
- Kulagin, A.A., Jusupov, A.A., 2008. O sodержanii fotosinteticheskikh pigmentov v hvoe listvennicy Sukacheva (*Larix sukaczewii* Dyl.) pri razvitii v usloviyakh ajerrotehnogenogo polimetallicheskogo zagrjaznenija okruzhajushhej srede [About content of photosynthetic pigments in the needles *Larix sukaczewii* Dyl. in the development of airborne poly-metallic pollution]. Izvestija Samarskogo Nauchnogo Centra Rossijskoj Akademii Nauk 10(2), 617–620 (in Russian).
- Kulagin, A.J., Tagirova, O.V., Ibragimova, A.H., 2014. Sostojanie parkovykh nasazhdenij g. Sterlitamak (Respublika Bashkortostan) [State of parkland plantation Sterlitamak city (Bashkortostan)]. Mezhdunarodnyj Nauchno-Issledovatel'skij Zhurnal 3(22), 60–66 (in Russian).
- Kulbachko, Y., Loza, I., Pakhomov, O., Didur, O., 2011. The zoological remediation of technogen faulted soil in the industrial region of the Ukraine Steppe zone. In: Behnassi, M. et al. (eds.), Sustainable agricultural development. Springer Science + Business Media, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 115–123.
- Kulhavy, D.L., Di, W., Unger, R., Daniel, I.-K.H., Sun, J., 2014. Comparison of tree condition and value for city parks and Stephen F. Austin State University in Nacogdoches, Texas, U.S. Arboriculture and Urban Forestry 40(3), 165–177.
- Lukina, J.M., 2011. Vlijanie tehnogenogo zagrjaznenija kombinata "Severonikel" na rost i razvitie drevesnykh rastenij: Na primere *Betula szerepanovii* Orlova [Influence of technogenic pollution combine "Severonikel" in the growth and development of arborescence plants: For example *Betula szerepanovii* Orlova]. Petrozavodsk State University, Petrozavodsk (in Russian).
- Mingaleva, N.A., 2012. Zhiznennoe sostojanie zelenykh nasazhdenij v urbanizirovannoy srede (na primere g. Syktyvkar) [The living condition of green spaces in the urban environment (for example, Syktyvkar)]. Syktyvkar State University, Syktyvkar (in Russian).
- Mjening, U.D., 1985. Biomonitoring zagrjaznenija atmosfery s pomoshh'ju rastenij [Biomonitoring of air pollution with using plants]. Gidrometeoizdat, Leningrad (in Russian).
- Molchanov, A.A., Smirnov, V.V., 1967. Metodika izuchenija prirosta drevesnykh rastenij [Method of studying growth of arborescence plants]. Nauka, Moscow (in Russian).
- Mylen'ka, M.M., 2008. Vmest fotosyntetichnykh pigmentiv u lystkah *Tilia cordata* Mill. ta *Acer negundo* L. za umovy urbotehnogenogo zabrudnennja dovkilija [Content of photosynthetic pigments in leaves *Tilia cordata* Mill. and *Acer negundo* L. under urbotechnogenic pollution of environment]. Bulletin of Ukrainian National Forestry University 8(11), 201–206 (in Ukrainian).
- Nikolaevskij, V.S., 1979. Biologicheskie osnovy gazoustojchivosti rastenij [Biological bases of gas resistance of plants]. Nauka, Novosibirsk (in Russian).
- Parpan, V.I., Mylen'ka, M.M., 2009. Morfofiziologichni osoblyvosti *Populus pyramidalis* Roz. v umovah ur'otehnogenogo zabrudnennja sere dovyssha [Morphophysiological especially *Populus pyramidalis* Roz. under arotechnogenic pollution]. Ecology and Noospherology 20(3–4), 84–90 (in Ukrainian).
- Rahmana, M.A., Armsonb, D., Ennosb, A.R., 2014. Effect of urbanization and climate change in the rooting zone on the growth and physiology of *Pyrus calleryana*. Urban For. Urban Gree. 13(2), 325–335.
- Sadeghian, M.M., Vardanyan, Z., 2013. The benefits of urban parks, a review of urban research. Journal of Novel Applied Sciences 2(8), 231–237.
- Sergejchik, S.A., 1994. Ustojchivost' drevesnykh rastenij v tehnogennoj srede [Stability of arborescence plants in the technogenic environment]. Navuka i Tekhnika, Minsk (in Russian).
- Shavnin, S.A., Gal'ko, V.A., Menshikov, S.A., 2010. Zhizneustojchivost' lesnykh jekosistem urbanizirovannoj territorii [Vital stability forest ecosystems of the urbanized area]. Izvestija Orenburg State Agrarian University 27(3) 42–43 (in Russian).

- Shherbatjuk, A.S., Rusakova, L.V., Jan'kova, L.S., 1994a. Sostojanie pigmentnogo kompleksa rastenij pri tehnogenom zagrijaznenii sredi [Status pigment complex plant at technogenic pollution of the environment]. Ocenka sostojanija vodnyh i nazemnyh jekologicheskikh sistem: Jekologicheskie problemy Pribajkal'ja. Nauka, Novosibirsk, 113–120 (in Russian).
- Shherbatjuk, A.S., Rusakova, L.V., Jan'kova, L.S., 1994b. Ocenka sostojanija vodnyh i nazemnyh jekologicheskikh sistem: Jekologicheskie problemy Pribajkal'ja [Assessment of aquatic and terrestrial ecosystems: Ecological problems of the Baikal region]. Nauka, Novosibirsk, 131–135 (in Russian).
- Shherbatjuk, A.S., Rusakova, L.V., Suvorova, G.G., Jan'kova, L.S., 1991. Uglekislotnyj obmen hvoynyh Pribajkal'ja [Carbon dioxide exchange of conifers Pribaikalye]. Nauka, Novosibirsk (in Russian).
- Shubert, R., 1988. Bioindikacija zagrijaznennyh nazemnyh jekosistem [Bioindication pollution of terrestrial ecosystems]. Mir, Moscow (in Russian).
- Smit, U.H., 1985. Les i atmosfera [Forest and atmosphere]. Progress, Moscow (in Russian).
- Stankevičienė, A., 2015. Phytosanitary condition of woody plants in forest parks in the city Lithuania. In: Problems of forest phytopathology and mycology: Materials of the IX International conference, October 19–24, 2015. Minsk – Moscow – Petrozavodsk. BSTU, Minsk, 201–204.
- Stravinskienė, V., Snieškienė, V., Stankevičienė, A., 2015. Health condition of *Tilia cordata* Mill. trees growing in the urban environment. Urban For. Urban Gree. 14(1), 115–122.
- Suslova, E., Polyakov, A., Kharkhota, L., 2013. Monitoring of woody plants in the park stands of the industrial cities in the South-East of Ukraine. Lietuvos Mokslų Akademija. Biologija 59(3), 271–278.
- Tsvetkova, N.M., Pakhomov, O.Y., Serdyuk, S.M., Yakyba, M.S., 2016. Biologichne riznomanittja Ukrainy. Dnipropetrovs'ka oblast'. Grunty. Metaly u gruntah [Biological diversity of Ukraine. The Dnipropetrovsk region. Soils. Metals in the soils]. Lira, Dnipropetrovsk (in Ukrainian).
- Vasilevskaja, N.V., Lukina, J.M., 2011. Vlijanie tehnogenogo zagrijaznenija na dinamiku rosta i mezostrukturu list'ev *Betula czerepanovii* Orlova (Murmanskaja oblast') [Influence of technogenic pollution on growth and mesostructure leaves of *Betula czerepanovii* Orlova (Murmansk region)]. Uchenye Zapiski Petrozavodskogo Gosudarstvennogo Universiteta, Seria Estestvennie i Tehnicheskie Nauki 8, 14–18 (in Russian).
- Voroshilova, L.C., 2006. Issledovanie sostojanija sosny obyknovnoj v uslovijah promyshlennogo goroda [Research status of *Pinus sylvestris* L. in industrial city]. Trudy Bratskogo Gosudarstvennogo Tehnicheskogo Universiteta 1(1), 99–101 (in Russian).
- Zabuga, V.F., Zabuga, G.A., 1983a. Fotosinteticheskaja aktivnost' krony sosny obyknovnoj [Photosynthetic activity of crown of *Pinus sylvestris* L.]. In: Jekologo-fiziologicheskie issledovanija fotosinteza i vodnogo rezhima v polevyh uslovijah. Trudy Vsesojuznogo soveshhanija, Irkutsk, 44–51 (in Russian).
- Zabuga, V.F., Zabuga, G.A., 1983b. Jekologo-fiziologicheskie issledovanija fotosinteza i vodnogo rezhima rastenij v polevyh uslovijah [Ecological and physiological studies of photosynthesis and water regime of plants in the field conditions]. SIFIBR SO AN SSSR, Irkutsk, 44–51 (in Russian).
- Zijatdinova, K.Z., Urazgil'din, R.V., Denisova, A.V., 2012. Morfologija list'ev i pobegov duba chereschatogo (*Quercus robur* L.) v uslovijah zagrijaznenija okruzhajushhej sredi (na primere Ufimskogo promyshlennogo centra) [The morphology of the leaves and shoots of *Quercus robur* L. in conditions of environmental pollution (for example, the industrial center of Ufa)]. Izvestija Samarskogo Nauchnogo Centra Rossijskoj Akademii Nauk 14(6), 1466–1469 (in Russian).

Надійшла до редколегії 11.02.2016