

УДК: 782.795:504.054(477.64-2)

СТАН ДЕРЕВНИХ РОСЛИН М. ЗАПОРІЖЖЯ В УМОВАХ РІЗНОГО РІВНЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Рильський О.Ф., д.б.н., професор, Падафет А.О., магістрант

Запорізький національний університет, Україна, 69600, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66

rylsky@mail.ru, padafet.alina@gmail.com

Робота містить дані про зміни стану деревних рослин м. Запоріжжя, на прикладі *Tilia cordata* Mill. та *Acer platanoides* L., в умовах різного рівня техногенного навантаження.

Мета – провести оцінку стану деревних рослин м. Запоріжжя в умовах різного рівня техногенного навантаження.

Методи. Спостереження, лабораторний, наукове дослідження, статистичний метод.

Результати та висновки. Декоративний стан деревних рослин в умовах техногенного навантаження м. Запоріжжя змінюється залежно від його рівня. В районі ПАТ «Запоріжсталь» (ділянка 3) та площі Пушкіна (ділянка 4) рослини мають значно гірший декоративний стан (2 і 3 бали), порівняно з контролем (о. Хортиця – 1 і 0 балів). В районі вул. Чумаченка та Іванова стан рослин кращий, ніж на ділянках 3 і 4 та становить від 1 до 3 балів, але порівняно з контролем їх стан також незадовільний. Площа листових пластин досліджуваних рослин виявилась значно меншою в районі ПАТ «Запоріжсталь»: *Tilia cordata* Mill. – 44,3%, *Acer platanoides* L. – 58,1% від контрольних значень ($p < 0,001$). Найменша різниця між дослідом і контролем в районі вул. Іванова: *Tilia cordata* Mill. – 79,3%, *Acer platanoides* L. – 84,4% ($p < 0,001$). Найменший річний приріст виявився у рослин, що зростають в районі ПАТ «Запоріжсталь»: *Tilia cordata* Mill. – 78,4%, *Acer platanoides* L. – 53,1% від контрольних значень ($p < 0,001$). В районі вул. Чумаченка приріст приближений до контролю: у *Tilia cordata* Mill. – 89,2% ($p < 0,05$), у *Acer platanoides* L. – 85,1% ($p < 0,001$).

Ключові слова: асиміляційний апарат, аерогенне забруднення, техногенне навантаження, морфометричні показники, фітоіндикація.

СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ Г. ЗАПОРОЖЬЕ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Рильский А.Ф., д.б.н., профессор, Падафет А.А., магистрант

Запорожский национальный университет, Украина, 69600, г. Запорожье, ул. Жуковского, 66

Работа содержит данные об изменениях состояния древесных растений г. Запорожье, на примере *Tilia cordata* Mill. и *Acer platanoides* L., в условиях разного уровня техногенной нагрузки.

Цель – провести оценку состояния древесных растений г. Запорожья в условиях разного уровня техногенной нагрузки.

Методы. Наблюдения, лабораторный, научное исследование, статистический метод.

Результаты и выводы. Декоративное состояние древесных растений в условиях техногенной нагрузки г. Запорожья изменяется в зависимости от ее уровня. В районе ОАО «Запорожсталь» (участок 3) и площади Пушкина (участок 4) растения имеют значительно хуже декоративное состояние (2 и 3 балла), по сравнению с контролем (о. Хортица – 1 и 0 баллов). В районе ул. Чумаченка и Иванова состояние растений лучше, чем на участках 3 и 4 и составляет от 1 до 3 баллов, но по сравнению с контролем их состояние также неудовлетворительное. Площадь листовых пластин исследуемых растений оказалась значительно меньше в районе ОАО «Запорожсталь»: *Tilia cordata* Mill. – 44,3%, *Acer platanoides* L. – 58,1% от контрольных значений ($p < 0,001$). Наименьшая разница между опытом и контролем в районе ул. Иванова: *Tilia cordata* Mill. – 79,3%, *Acer platanoides* L. – 84,4% ($p < 0,001$). Наименьший годовой прирост оказался у растений, растущих в районе ОАО «Запорожсталь»: *Tilia cordata* Mill. – 78,4%, *Acer platanoides* L. – 53,1% от контрольных значений ($p < 0,001$). В районе ул. Чумаченка прирост приближен к контролю: в *Tilia cordata* Mill. – 89,2% ($p < 0,05$), в *Acer platanoides* L. – 85,1% ($p < 0,001$).

Ключевые слова: ассимиляционный аппарат, аэрогенное загрязнение, техногенная нагрузка, морфометрические показатели, фитоиндикация.

STATE OF WOODY PLANTS OF THE CITY OF ZAPORIZHZHYA IN TERMS OF DIFFERENT LEVELS OF ANTHROPOGENIC LOAD

Rylsky A. F., Padafet A.A.

Zaporizhzhya national university, Ukraine, 69600, Zaporizhzhya, Zhukovskogo Street 66

Introduction. The atmospheric air is a key component of the natural environment, an integral part of human, plant and animal habitats. That is why one of the major problems is air pollution in Ukraine and around the world.

Different methods are used to identify and assess the level of pollution. Bioindication has been used increasingly for last decades as an effective way to monitor the state of air environment. Such plants are used as bioindicators: typical for these conditions, having high abundance and the most sensitive to air pollution. Trees are the most interesting at this point of view. The woody plants realize the most important functions in city: oxygen and phytocide emissions, air ionization, creation of microclimate and sanitary-hygienic function by absorbing toxic gas and accumulating harmful substances. Green city plants are constantly feeling negative influence of technogenic pollution. The ability of the trees to maintain stability and to adapt by changing the structure and functions to constantly changing environmental conditions, becomes important, allowing trees to survive in conditions of growing environmental stress.

Therefore, control and diagnostics of functional state of woody plants, evaluation of environment stabilizing efficiency and the state of environment in general, are important scientific and practical problems of today.

Aim of the study. The aim of this study is to assess the state of woody plants in terms of different level of technogenic load in Zaporizhzhya City.

Material and methods. The objects of the study were two kinds of woody plants: *Tilia cordata* Mill. and *Acer platanoides* L. 10 trees of each kind were selected in the research areas. Such inspections were conducted: inspection of the total area, the damaged leaves area, the length of the annual shoot and analysis of the life condition of experimental plants growing in areas with different levels of anthropogenic load. 10 leaves were selected from the different parties of every tree at the arm's length level. Morphometric measurements were performed by common methods. Area definition of leaf plates was performed by using the L.V. Dorohan's method of weight, the area of damaged leaf plates was calculated by the V.S. Nikolaevsky's method. Analysis of the plants life condition was carried out by the Y.Z. Kulagin's modification of M.P. Krasynsky's six-point scale.

Results and conclusions. The decorative state of woody plants in the conditions of technogenic load in Zaporizhzhya City varies depending on its level.

The decorative state of woody plants near by the JSC «Zaporizhstal» (section 3) and Pushkina Square (section 4) is significantly worse (2 and 3 points) if compared to the control (1 and 0 points). The plants state is better near by Chumachenka and Ivanova Streets (from 1 to 3 points) than given in section 3,4 but their state is not satisfactory too if compared to the control (1, 0 points).

Morphometric parameters of woody plants vary under the influence of automobile emissions and industrial pollution. The area of leaf plates of studied plants was significantly lower in the vicinity of JSC «Zaporizhstal»: *Tilia cordata* Mill. - 44,3%, *Acer platanoides* L. - 58,1% of control values ($p < 0.001$). The minimal difference between experiment and control values is near by Ivanova Street: *Tilia cordata* Mill. - 79,3%, *Acer platanoides* L. - 84,4% ($p < 0.001$).

The annual woody plants shoot growth is getting lower depending on the increase of anthropogenic load. The lowest increase has been observed at the plants growing near by JSC «Zaporizhstal»: *Tilia cordata* Mill. - 78,4%, *Acer platanoides* L. - 53,1% of the control values ($p < 0.001$). The annual shoot increase is almost equal to the control value near by Chumachenka Street: *Tilia cordata* Mill. - 89,2% ($p < 0.05$), *Acer platanoides* L. - 85,1% ($p < 0.001$).

Key words: assimilation system, aerogenic pollution, anthropogenic load, human impacts, morphometric parameters, phytoindication.

ВСТУП

Атмосферне повітря є життєво необхідним компонентом навколишнього природного середовища, невід'ємною частиною місця існування людини, рослин та тварин. Саме тому однією з найважливіших проблем України та всього світу є забруднення атмосферного повітря [1].

Було помічено, що, поряд зі змінами клімату, відбувається значне збільшення антропогенного навантаження на урбанізовані та природні екосистеми. Одна з найпоширеніших проблем в даний час – забруднення атмосфери міст пилом, сажею,

аерозолями, димом, твердими частинками і т. д. Основними джерелами забруднення є промислові, паливно-енергетичні підприємства і транспорт.

Щоб виявити та оцінити рівень забруднення навколишнього середовища, використовують різні способи. В останні десятиліття все частіше застосовується ефективний спосіб моніторингу стану повітряного середовища – біоіндикація. Як біоіндикатори використовуються рослини, які є типовими для даних умов, мають високу чисельність і найбільш чутливо реагують на забруднення повітря. Особливий інтерес з цієї точки зору представляють дерева.

Деревні рослини в міських ландшафтах виконують найважливіші функції, пов'язані з виділенням кисню і фітонцидів, іонізацією повітря, формуванням своєрідного мікроклімату, а також відіграють санітарно-гігієнічну роль, поглинаючи токсичні гази і накопичуючи шкідливі речовини. Зелені насадження, які ростуть в містах, відчувають на собі постійний негативний вплив техногенного забруднення. Здатність дерев зберігати стійкість і адаптуватися через зміну будови і функцій до умов середовища що постійно змінюються, набуває важливого значення, дозволяючи виживати в умовах наростаючого екологічного стресу [2]. Тривалий вплив промислових газів викликає значні зміни в анатомічній будові листків та хвоїнок рослин [3, 4]. Поблизу міст та промислових центрів у рослин спостерігаються трохи менші за розміром листки, з дрібними клітинами. У них зменшується товщина верхнього епідермісу, кутикули, ширина та кількість шарів палісадної тканини, збільшується кількість продохів на 1 мм поверхні листкової пластинки. Описані порушення в анатомічній будові асиміляційних органів залежать від концентрації та токсичності забрудників, тривалості дії останніх та чутливості видів [5].

Тому контроль та діагностика функціонального стану деревних рослин, оцінка середовищестабілізаційної ефективності насаджень, як і стану довкілля загалом, є актуальними науковими і практичними проблемами сьогодення [3]. Актуальність досліджень полягає у необхідності проведення постійного та детального моніторингу стану деревних рослин через зростаючий негативний антропогенний вплив на навколишнє середовище.

Метою роботи було проведення оцінки стану деревних рослин м. Запоріжжя в умовах різного рівня техногенного навантаження.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктами дослідження були 2 види деревних рослин: *Tilia cordata* Mill. і *Acer platanoides* L. На дослідних ділянках обрано по 10 дерев кожного виду. Проводилися виміри площі та площі пошкоджень листків, довжини річного пагона і аналіз життєвого стану дослідних рослин, що зростали на ділянках з різним рівнем техногенного навантаження. Морфометричні виміри проводили за загальноприйнятими методиками [6]. Площу пошкоджень розраховували за методикою В.С. Ніколаєвського [7]. З кожного дерева з різних сторін на рівні витягнутої руки відбирали по 10 листків. Відібраний матеріал розкладали по пакетам з написом назви та номеру дослідної ділянки та везли до лабораторії де визначали площу листових пластин.

За розробленою методикою Л.В. Дорогань, попередньо для деревної породи визначали перерахунковий коефіцієнт K , а потім, шляхом вимірювання довжини і ширини проводили масові обчислення листків.

Для визначення перерахункового коефіцієнту K на аркуші паперу окреслювали квадрат, рівний довжині і ширині листка дерева, зважували його і розраховували площу $S_{\text{КВ}}$. Потім обводили контур листка дерева на такому ж папері, вирізали його і зважували, площу листової пластини визначили за формулою (1) [8]:

$$S_{л} = \frac{P_{л} \times S_{кв}}{P_{кв}}, \quad (1)$$

де $S_{л}$ – площа листової пластини, $см^2$;

$P_{л}$ – маса контуру листка, г;

$S_{кв}$ – площа квадрата паперу, $см^2$;

$P_{кв}$ – маса квадрата паперу, г.

Далі розраховували перерахунковий коефіцієнт (2) [8]:

$$K = \frac{S_{л}}{S_{кв}}, \quad (2)$$

де K – перерахунковий коефіцієнт;

$S_{л}$ – площа листової пластини, $см^2$;

$S_{кв}$ – площа квадрата паперу, $см^2$;

Обчислення коефіцієнта здійснювали на підставі середніх факторів. Таким же розрахунком його встановлювали окремо для кожного виду рослин. Потім вимірювали довжину і ширину кожного зібраного листка і встановили його площу (S) за формулою (3) [8]:

$$S = A \times B \times K, \quad (3)$$

де S – площа листка, $см^2$;

A – довжина листка, см;

B – ширина листка, см;

K – перерахунковий коефіцієнт.

Аналіз життєвого стану рослин проводили за шестибальною шкалою М.П. Красинського у модифікації Ю.З. Кулагіна [9].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Ріст та розвиток деревних рослин за будь-яких умов визначається впливом екологічних чинників. Морфометричні характеристики органів дають можливість реально оцінити вплив факторів середовища на процеси, що відбуваються у рослинах, оскільки вони проходять на основі фізіолого-біохімічних змін [10]. Зміна морфометричних показників викликає зміни і у загальному декоративному вигляді рослини. Тому нами було проведено оцінку декоративного стану деревних рослин на ділянках з різним ступенем аерогенного забруднення м. Запоріжжя. Результати наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Аналіз декоративного стану деревних рослин

№ п/п	Вид рослини	Кількість екземплярів, шт	Вік, р.	Висота, м	Діаметр стовбура на висоті 1,3м, см	Форма крони	Ступінь пошкодження, бал
Контроль							
1	<i>Tilia cordata</i> Mill.	6	20–25	10–15	28–32	шаро-подібна	0
		4					1
2	<i>Acer platanoides</i> L.	10	20–30	17–20	32–34	овальна	0

Продовження таблиці 1

Ділянка 1							
1	<i>Tilia cordata</i> Mill.	7	20–25	10–12	27–30	шаро- подібна	2
		3					3
2	<i>Acer platanoides</i> L.	10	20–30	15–18	30–33	овальна	1
Ділянка 2							
1	<i>Tilia cordata</i> Mill.	8	20–25	9–13	27–30	шаро- подібна	2
		2					3
2	<i>Acer platanoides</i> L.	10	20–30	15–20	29–32	овальна	1
Ділянка 3							
1	<i>Tilia cordata</i> Mill.	10	20–25	8–10	25–29	шаро- подібна, асиметри- чна	3
2	<i>Acer platanoides</i> L.	8	20–30	15	27–30	овальна	3
		2					2
Ділянка 4							
1	<i>Tilia cordata</i> Mill.	6	20–25	9–10	27–29	шаро- подібна	3
		4					2
2	<i>Acer platanoides</i> L.	10	20–30	15–18	28–32	овальна	2

У вище наведеній таблиці показано ступінь пошкодження деревних рослин за такою шкалою: 0 – листя без пошкоджень; сухі пагони та гілки в кроні відсутні; стовбур без пошкоджень; приріст у межах норми; 1 – листя без пошкоджень або з незначним пошкодженням; сухих гілок в кроні немає; стовбур без пошкоджень; приріст ослаблений; 2 – листя пошкоджене, більш дрібне; молоді пагони засихають; приріст укорочений; 3 – листя сильно пошкоджене, часто дрібне; засихають молоді пагони та бокові гілки; ріст на «розетку»; на стовбурі сухобочини, ракові язви; крона мало галузиста; 4 – листя сильно пошкоджене, часто етильоване, дрібне; засихають скелетні гілки, з'являються водяні пагони у їх основи; на стовбурі відшаровується кора; 5 – повне засихання крони; ріст пагонів зі сплячих бруньок стовбура; 6 – повне засихання усієї рослини (крони та коренів); розтріскування та відпадання кори; поросль від пня відсутня [9].

Наші дослідження показали, що ступінь пошкодження асиміляційного апарату досліджуваних видів деревних рослин суттєво відрізняється на дослідних ділянках порівняно з контролем (рис. 1).

На о. Хортиця (контроль) він знаходиться в межах норми від 0 до 1 балу. Тоді як у Комунарському районі, вул. Чумаченка (ділянка 1) і в Шевченківському районі, вул. Іванова (ділянка 2) цей показник варіює від 1 до 3 балів. А в Заводському районі поблизу комбінатів ПАТ «Запоріжсталь» і ПАТ «Дніпроспецсталь» (ділянка 3) та Олександрівському районі (площа Пушкіна, ділянка 4), ступінь пошкодження взагалі становить 2–3 бали, що говорить про несприятливі для нормального існування умови, та більший рівень техногенного навантаження.

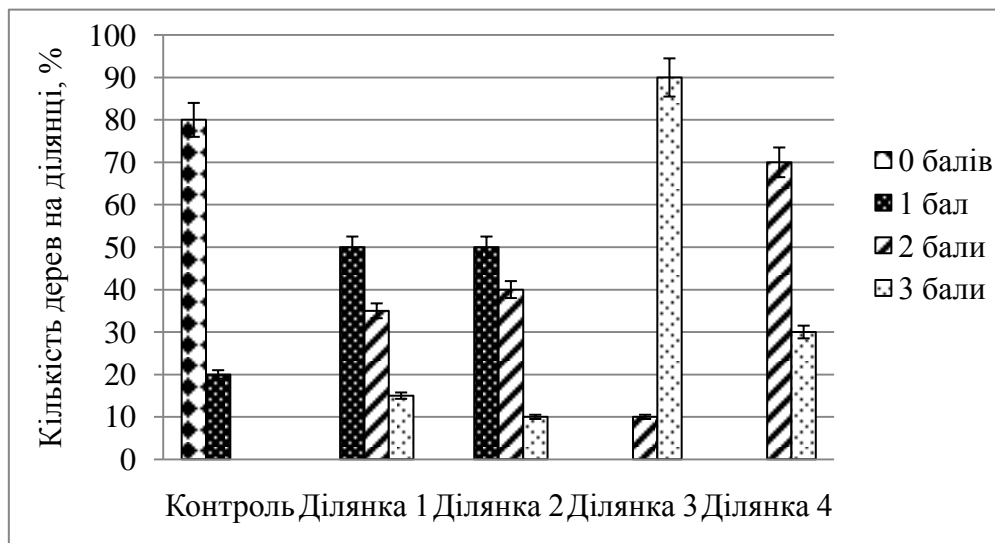


Рисунок 1 – Порівняльний наліз життєвого стану деревних рослин на досліджуваних ділянках

Відомо, що асиміляційні органи рослин поглинають з повітря найбільшу кількість промислових полутантів, а тому і сильніше за інші органи зазнають змін, характер яких залежить від рівня стійкості рослин. У зв'язку з цим нами було проведено дослідження зі зміни основних морфометричних показників листків деревних рослин, таких як довжина, ширина та площа листової пластини, в умовах різного рівня техногенного навантаження (табл. 2).

Таблиця 2 – Вплив техногенного навантаження на морфометричні показники листків деревних рослин

№ п/п	Вид рослини	Довжина листка, см	Ширина листка, см	K*	Площа листка S ₁ , см ²	Площа пошкодженої частини S ₂	
						см ²	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Контроль							
1	<i>Tilia cordata</i> Mill.	7,8±0,9	7,5±0,7	0,64	37,44±5,3	3,4±0,5	9%
2	m _x	±0,3	±0,23	–	±1,77	±0,17	–
3	<i>Acer platanooides</i> L.	14,0±0,6	20,1±0,8	0,7	197,0±10,8	9,8±0,5	5%
4	m _x	±0,2	±0,27	–	±3,6	±0,17	–
Ділянка 1							
1	<i>Tilia cordata</i> Mill.	6,7±0,5	6,3±0,4	0,64	27,01±3,5	4,6±0,6	17%
2	m _x	±0,17	±0,13	–	±1,17	±0,2	–
	t _d	3,143	4,615	–	6,907	4,615	–
	p	<0,01	<0,001	–	<0,001	<0,001	–
3	<i>Acer platanooides</i> L.	12,3±0,4	17,2±1,0	0,7	148,1±12,5	13,7±1,2	9%
4	m _x	±0,13	±0,33	–	±4,17	±0,4	–
	t _d	7,083	6,903	–	8,875	8,864	–
	p	<0,001	<0,001	–	<0,001	<0,001	–

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Ділянка 2							
1	<i>Tilia cordata</i> Mill.	7,0±0,7	6,6±0,4	0,64	29,7±3,7	4,4±0,5	15%
2	m_x	±0,23	±0,13	–	±1,23	±0,17	–
	t_d	2,162	3,462	–	3,6	4,167	–
	p	<0,05	<0,001	–	<0,001	<0,001	–
3	<i>Acer platanoides</i> L.	12,9±0,7	18,4±1,0	0,7	166,2±16,8	18,3±1,8	11%
4	m_x	±0,23	±0,33	–	±5,6	±0,6	–
	t_d	3,667	4,048	–	4,625	13,71	–
	p	<0,001	<0,001	–	<0,001	<0,001	–
Ділянка 3							
1	<i>Tilia cordata</i> Mill.	5,4±0,6	4,8±0,3	0,64	16,6±2,1	9,6±1,2	58%
2	m_x	±0,02	±0,1	–	±0,7	±0,4	–
	t_d	6,667	11,25	–	10,968	6,5	–
	p	<0,001	<0,001	–	<0,001	<0,001	–
3	<i>Acer platanoides</i> L.	10,7±0,5	15,3±1,1	0,7	114,4±12,3	36,7±3,9	32%
4	m_x	±0,17	±0,37	–	±4,1	±1,3	–
	t_d	12,692	10,435	–	15,128	20,534	–
	p	<0,001	<0,001	–	<0,001	<0,001	–
Ділянка 4							
1	<i>Tilia cordata</i> Mill.	5,9±0,4	5,4±0,41	0,64	20,1±2,85	8,4±1,19	42%
2	m_x	±0,13	±0,14	–	±0,95	±0,4	–
	t_d	5,758	8,077	–	8,67	11,364	–
	p	<0,001	<0,001	–	<0,001	<0,001	–
3	<i>Acer platanoides</i> L.	11,2±0,9	16,2±1,6	0,7	127,0±21,6	24,1±4,1	19%
4	m_x	±0,3	±0,53	–	±7,2	±1,37	–
	t_d	7,778	6,610	–	8,696	10,362	–
	p	<0,001	<0,001	–	<0,001	<0,001	–

*К – перерахунковий коефіцієнт

Морфометричні показники деревних рослин змінюються під впливом автомобільних викидів та промислового забруднення. Площа листкових пластин досліджуваних рослин виявилась значно меншою в районі ПАТ «Запоріжсталь»: *Tilia cordata* Mill. – 44,3%, *Acer platanoides* L. – 58,1% від контрольних значень ($p < 0,001$). В районі площі Пушкіна цей показник становить у *Tilia cordata* Mill. – 53,7%, у *Acer platanoides* L. – 64,5% від контрольних значень ($p < 0,001$). Найменша різниця між дослідом і контролем виявлена в районі вул. Іванова: *Tilia cordata* Mill. – 79,3%, *Acer platanoides* L. – 84,4% ($p < 0,001$) та Чумаченка: *Tilia cordata* Mill. – 72%, *Acer platanoides* L. – 75,2% ($p < 0,001$).

Екологічні фактори визначають ріст і розвиток деревних рослин в будь-яких умовах зростання. Відомо, що ріст, як найбільш інтегральний процес з усіх фізіологічних процесів, є одним з найважливіших показників ступеню адаптації рослин в умовах існування.

Морфометричні характеристики органів дають можливість реально оцінити вплив чинників довкілля на процеси, що відбуваються в рослині [11].

Оскільки ознакою нормального розвитку рослин є ростові процеси, нами досліджено характер росту річного пагона *Tilia cordata* Mill. і *Acer platanoides* L. на ділянках з різним рівнем техногенного навантаження (табл. 3).

Таблиця 3 – Ріст річних пагонів *Tilia cordata* Mill. і *Acer platanoides* L. в умовах різного рівня техногенного навантаження

Показник	Вид рослини	Контроль	Ділянка1	Ділянка2	Ділянка3	Ділянка4
Довжина річного пагона, см	<i>Tilia cordata</i> Mill.	17,6±1,7	15,7±2,3	15,3±1,1	13,8±1,6	14,9±1,7
	m _x	±0,57	±0,77	±0,37	±0,53	±0,57
	t _d	–	2	3,387	4,935	3,375
	p	–	<0,05	<0,001	<0,001	<0,001
	<i>Acer platanoides</i> L.	19,4±1,9	16,5±1,9	15,8±0,8	10,3±0,9	12,7±1,7
	m _x	±0,63	±0,63	±0,27	±0,3	±0,57
	t _d	–	3,258	5,217	13	7,882
	p	–	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Дослідження показали, що довжина річних пагонів деревних рослин на дослідних ділянках помітно нижча, ніж у рослин, що зростають на контрольній. Найменша вона на ділянці 3, в районі ПАТ «Запоріжсталь» та на ділянці 4, в районі площі Пушкіна. На ділянках 3 і 4 у *Acer platanoides* L. довжина річних пагонів становить 53,1 та 65,5% від контрольних значень, у *Tilia cordata* Mill. – 78,4 та 84,7% відповідно. На ділянках 1 – вул. Чумаченка і 2 – вул. Іванова річний приріст відповідно становить: 85,1 і 81,4% від контрольних значень у *Acer platanoides* L. та 89,2 і 86,9% від контрольних значень у *Tilia cordata* Mill. Отже, рослини в районі ПАТ «Запоріжсталь» і площі Пушкіна піддаються вищому рівню техногенного навантаження, ніж рослини на вул. Чумаченка та Іванова. Це і призводить до їх слабшого річного приросту порівняно з контролем.

ВИСНОВКИ

1. Декоративний стан деревних рослин в умовах техногенного навантаження м. Запоріжжя змінюється залежно від його рівня. В районі ПАТ «Запоріжсталь» (ділянка 3) та площі Пушкіна (ділянка 4) рослини мають значно гірший декоративний стан (2 і 3 бали), порівняно з контролем (о. Хортиця – 1 і 0 балів). В районі вул. Чумаченка та Іванова стан рослин кращий, ніж на ділянках 3 і 4 та становить від 1 до 3 балів, але порівняно з контролем (1, 0 балів) їх стан також незадовільний.

2. Площа листових пластин досліджуваних рослин виявилась значно меншою в районі ПАТ «Запоріжсталь»: *Tilia cordata* Mill. – 44,3%, *Acer platanoides* L. – 58,1% від контрольних значень ($p < 0,001$). Найменша різниця між дослідом і контролем в районі вул. Іванова: *Tilia cordata* Mill. – 79,3%, *Acer platanoides* L. – 84,4% ($p < 0,001$).

3. Найменший річний приріст виявився у рослин, що зростають в районі ПАТ «Запоріжсталь»: *Tilia cordata* Mill. – 78,4%, *Acer platanoides* L. – 53,1% від контрольних значень ($p < 0,001$). В районі вул. Чумаченка приріст приближений до контролю: у *Tilia cordata* Mill. – 89,2% ($p < 0,05$), у *Acer platanoides* L. – 85,1% ($p < 0,001$).

ЛІТЕРАТУРА

1. Одукалець І.О. Морфолого-фізіологічні зміни деревних рослин за атмосферного забруднення / І.О. Одукалець // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2011. – Вип. 16, № 1. – С. 54 – 78.
2. Советова Е.С. Оценка экологического состояния воздушной среды г. Иваново различными методами / Е.С. Советова // «Научное сообщество студентов XXI столетия. Естественные науки»: материалы V студенческой международной заочной научно-практической конференции. (25 октября 2012 г.). – Новосибирск: Изд. «Сибирская ассоциация консультантов», 2012. – 322 с.
3. Боголюбов В.М. Моніторинг довкілля: підручник / Боголюбов В.М., Клименко М.О., Мокін В.Б. – 2-е вид., перероб. і доп. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 232 с.
4. Сидорович Е.А. Влияние техногенных факторов на ростовые показатели древесных растений городских систем / [Сидорович Е.А., Яковлев А.П., Арабей Н.М. и др.] // Проблемы озеленения городов. – М.: Прима М, 2004. – Вып. 10. – С. 165 – 168.
5. Неверова О.А. Некоторые особенности физиолого-биохимического и анатомического состояния ассимиляционного аппарата березы бородавчатой в условиях техногенного загрязнения г. Кемерово / О.А. Неверова // Экологические и метеорологические проблемы больших городов и промышленных зон. – СПб: РГГМУ, 1999. – С. 98 – 100.
6. Клейн Р.М. Методы исследования растений. / Р.М. Клейн, Д.Т. Клейн. – М.: Колос, 1974. – 727 с.
7. Николаевский В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации: Монография / В.С. Николаевский. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2002. – 220 с.
8. Мустафина В.В. Выбор методов оценки некоторых метрических показателей растений / В.В. Мустафина. // Междунар. науч. конф. Эколого-физиологические факторы продуктивности культурных растений. – Сыктывкар, 2013. – С. 190 – 191.
9. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда / Ю.З. Кулагин. – М.: Наука, 1974. – 127 с.
10. Поляков А.К. Интродукция древесных растений на юго-восток Украины в связи с фитооптимизацией техногенной среды: дис. на соискание ученой степени доктора био-х наук: 03.00.01 / А.К. Поляков. – Ялта, 1996. – 299 с.
11. Капелюш Н.В. Біологія платанів (*Platanus orientalis* L. і *Platanus acerifolia* Willd.) в урботехногенних умовах степової зони України: Монографія / Н.В. Капелюш, В.П. Бессонова. – Дніпропетровськ: ДДАГ; Запоріжжя: Дике Поле, 2010. – 196 с.

REFERENCES

1. Odukalets I.O. Morfoloho-fiziologichni zminy derevnykh roslyn za atmosferneho zabrudnennia / I.O. Odukalets // Pytannia bioindykatsii ta ekolohii. – Zaporizhzhia: ZNU, 2011. – Vyp. 16, № 1. – S. 54 – 78.
2. Sovetova E.S. Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya vozdushnoy sredy g. Ivanovo razlichnymi metodami / E.S. Sovetova // «Nauchnoye soobshchestvo studentov KhKhI stoletiya. Estestvennyye nauki»: materialy V studencheskoy mezhdunarodnoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. (25 oktyabrya 2012 g.). – Novosibirsk: Izd. «Sibirskaya assotsiatsiya konsultantov». 2012. – 322 s.
3. Boholiubov V.M. Monitorynh dovkillia: pidruchnyk / Boholiubov V.M., Klymenko M.O., Mokin V.B. – 2-e vyd., pererob. i dop. – Vinnytsia: VNTU, 2010. – 232 s.
4. Sidorovich E.A. Vliyanie tekhnogennykh faktorov na rostovyye pokazateli drevesnykh rasteniy gorodskikh sistem / [Sidorovich E.A., Yakovlev A.P., Arabey N.M. i dr.] // Problemy ozeleneniya gorodov. – M.: Prima M. 2004. – Vyp. 10. – S. 165 – 168.
5. Neverova O.A. Nekotoryye osobennosti fiziologo-biokhimicheskogo i anatomicheskogo sostoyaniya assimilyatsionnogo apparata berezy borodavchatoy v usloviyakh tekhnogenogo zagryazneniya g. Kemerovo / O.A. Neverova // Ekologicheskiye i meteorologicheskiye problemy bolshikh gorodov i promyshlennykh zon. – SPb: RGGMU. 1999. – S. 98 – 100.
6. Kleyn R.M. Metody issledovaniya rasteniy. / R.M. Kleyn. D.T. Kleyn. – M.: Kolos. 1974. – 727 s.
7. Nikolayevskiy V.S. Ekologicheskaya otsenka zagryazneniya sredy i sostoyaniya nazemnykh ekosistem metodami fitoindikatsii: Monografiya / V.S. Nikolayevskiy. – Pushkino: VNIILM. 2002. – 220 s.
8. Mustafina V.V. Vybor metodov otsenki nekotorykh metriceskikh pokazateley rasteniy / V.V. Mustafina. // Mezhdunar. nauch. konf. Ekologo-fiziologicheskiye faktory produktivnosti kulturnykh rasteniy. – Syktyvkar. 2013. – S. 190 – 191.
9. Kulagin Yu.Z. Drevesnyye rasteniya i promyshlennaya sreda / Yu.Z. Kulagin. – M.: Nauka. 1974. – 127 s.
10. Polyakov A.K. Introduktsiya drevesnykh rasteniy na yugo-vostok Ukrainy v svyazi s fitooptimizatsiyey tekhnogennoy sredy: dis. na soiskaniye uchenoy stepeni doktora bio-kh nauk: 03.00.01 / A.K. Polyakov. – Yalta. 1996. – 299 s.
11. Kapeliush N.V. Biolohiia plataniv (Platanus orientalis L. i Platanus acerifolia Willd.) v urbotekhnohennykh umovakh stepovoi zony Ukrainy: Monografiya / N.V. Kapeliush, V.P. Bessonova. – Dnipropetrovsk: DDAH; Zaporizhzhia: Dyke Pole, 2010. – 196 s.

Рецензенти: Панасенко О.І., д. фарм.н., професор, зав. каф. токсикологічної та неорганічної хімії ЗДМУ;

Бражко О.А., д.б.н., професор, зав. каф. хімії ЗНУ.