

УДК 504.73.05:635.9

О. П. Приймак, А. М. Пугач

Дніпропетровський державний аграрний університет

ВПЛИВ ІНГРЕДІЄНТІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ВИКИДІВ НА СТАН АСИМІЛЯЦІЙНОГО АПАРАТУ ДЕКОРАТИВНИХ КВІТНИКОВИХ РОСЛИН

Вивчено вплив інгредієнтів автотранспортних викидів на стан асиміляційного апарату декоративних квітникових рослин культурфітоценозів Дніпропетровська. Розглянуто морфометричні показники листків досліджуваних видів. Визначено зміни площі листків, їх кількості на рослині, виявлено uszkodження асиміляційних органів та аномалії їх будови. З'ясовано негативний вплив викидів автотранспорту на формування та ріст листового апарату. Установлено, що *Aster novi-belgii* L. та *Tagetes patula* L. толерантні, а *Begonia×semperflorens hort.*, *Salvia splendens* L. та *Zinnia elegans* Jacq. чутливі до дії інгредієнтів автотранспортних викидів.

Е. П. Приймак, А. Н. Пугач

Днепрпетровский государственный аграрный университет

ВЛИЯНИЕ ИНГРЕДИЕНТОВ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ВЫБРОСОВ НА СОСТОЯНИЕ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА ДЕКОРАТИВНЫХ КЛУМБОВЫХ РАСТЕНИЙ

Изучено влияние ингредиентов автотранспортных выбросов на состояние ассимиляционного аппарата декоративных цветочных растений культурфитоценозов Днепрпетровска. Рассмотрены морфометрические показатели листьев исследуемых видов. Показаны изменения площади листа, их количества на растении, выявлены повреждения ассимиляционных органов и аномалии их строения. Установлено негативное влияние выбросов автотранспорта на формирование и рост листового аппарата. Определено, что *Aster novi-belgii* L. и *Tagetes patula* L. толерантны, а *Begonia×semperflorens hort.*, *Salvia splendens* L. и *Zinnia elegans* Jacq. чувствительны к действию ингредиентов автотранспортных выбросов.

О. П. Pryimak, A. N. Pugach

Dnipropetrovs'k State Agrarian University

EFFECT OF MOTOR VEHICLE EMISSION ON ASSIMILATIVE APPARATUS OF DECORATIVE ORNAMENTAL PLANTS

The effect of motor vehicle emission ingredients on the state of assimilative apparatus of decorative ornamental plants is studied in Dnepropetrovsk. The morphometric indices of leaves of studied species are discussed. The changes of the leaves area and their amount on a plant are shown. The damages of assimilative organs and its structure abnormalities are revealed. The negative influence of motor transport emission on forming and growth of leaves was determined. The *Aster novi-belgii* L. and *Tagetes patula* L. are resistant, but *Begonia×semperflorens hort.*, *Salvia splendens* L. and *Zinnia elegans* Jacq. are sensitive to the influence of emissions.

Вступ

Переважне джерело забруднення територій сучасних мегаполісів – автотранспорт. Під час експлуатації автомобілів із двигунами внутрішнього згоряння до навколишнього середовища потрапляють відпрацьовані гази, які містять понад 1 200 шкідливих сполук органічної та неорганічної природи [11; 13; 19]. Найбільшу небезпеку для живих організмів за порівняно низьких концентрацій у викидах становлять сполуки свинцю, кадмію та інших важких металів, бромю, сірки, монооксид вуглецю, діоксид нітрогену, вуглеводні та їх похідні [8; 16; 17; 20]. Поблизу автошляхів повітря та ґрунт забруднюються важкими металами [11; 17; 19].

Дослідження пилу на поверхні листя показало, що часточки свинцю зустрічалися рідко, а судячи з наявності сульфатів і фосфатів, негалогенних сполук, зміна хімічного складу часток, які містять цей забруднювач, може відбуватися в атмосфері чи на листку [17]. Один із найтоксичніших інгредієнтів автотранспортних викидів – свинець, який посідає чільне місце у ряду металів-ксенобіотиків довкілля [1; 5; 10; 19]. Вміст цього полютанта у повітрі добре корелює з величинами потоків автотранспорту. Коефіцієнти кореляції складають відносно загального потоку 0,79, потоку вантажівок – 0,89, автотранспортного потоку з дизельними двигунами – 0,97 [17].

Найінформативніші показники стану рослин у техногенно трансформованому середовищі – характеристики асиміляційного апарату, а листку належить першорядне значення в їх адаптації до стресових умов існування [1; 8; 10]. Слід зазначити, що більшість досліджень у цьому напрямі присвячена впливу сполук важких металів на стан асиміляційного апарату сільськогосподарських, деревних, трав'янистих декоративних і дикорослих рослин [1; 3–5; 8; 10; 17]. Дані щодо дії інгредієнтів автотранспортних викидів на стан асиміляційного апарату декоративних квітникових рослин поодинокі [12; 16]. За літературними даними, об'єктами подібних досліджень були деревні та чагарникові рослини зелених насаджень [11; 13; 14; 18; 20], окремі види сільськогосподарських культур [1; 15; 19]. Задовільний стан листового апарату – не тільки показник нормального розвитку рослин за будь-яких екологічних умов. Листя відіграє важливу роль у декоративності рослин.

Мета роботи – з'ясувати характер дії викидів автотранспорту на такі морфологічні показники декоративних квітникових рослин як кількість листків на рослині, площа листка та асиміляційна поверхня, оцінити рівень стійкості досліджуваних видів до різного рівня автотранспортного забруднення культурфітоценозів.

Матеріал і методи досліджень

Об'єктами дослідження обрані такі декоративні квітникові рослини: *Aster novi-belgii* L. (айстра новобельгійська), *Begonia* × *semperflorens* hort. (бегонія завждиквітуча), *Heliopsis scabra* L. (геліопсис шорсткий), *Hosta lancifolia* L. (хоста ланцетолиста), *Salvia splendens* L. (шавлія блискуча), *Paeonia lactifolia* Pall. (півонія молочноквіткова), *Petunia* × *hybrida* Vilm. (петунія гібридна), *Calendula officinalis* L. (календула лікарська), *Tagetes patula* L. (чорнобривці розлогі), *Zinnia elegans* Jacq. (майорці стрункі).

Рослини (за винятком *Aster novi-belgii*, *Begonia* × *semperflorens* hort., *Heliopsis scabra*, *Hosta lancifolia* та *Paeonia lactifolia*; вік рослин – два роки) розсадою у віці 60 діб висаджені на дослідні ділянки. Контрольні рослини зростали в умовах відносно чистої зони – культурфітоценози на території с. м. т. Петриківка, дослідні – культурфітоценози Дніпропетровська, розташовані у приміагістральній зоні з автотранспортним навантаженням 26 200 (ділянка 1) та 36 280 автомобілів за добу (ділянка 2). Регулярно протягом вегетації відмічали динаміку, кількість листків і проводили морфомет-

ричні виміри за загальноприйнятими методиками [6]. При вирощуванні контрольних і дослідних рослин дотримувалися вирівняності агрохімічного фону. Назви рослин подані за В. Н. Головкіним [2]. Статистичну обробку даних проводили у MS Excel 2003, достовірність відмінностей між вибірками розраховували за критерієм Стьюдента [7].

Результати та їх обговорення

На ділянці із середнім рівнем забруднення (ділянка 1) лише у *P. ×hybrida* та *A. novi-belgii* кількість листків на рослині була на рівні контрольних значень. У інших досліджуваних видів хронічна дія викидів автотранспорту викликає зменшення їх числа (табл. 1). У *H. scabra* та *T. patula* значення цього показника відрізнялися від такого у рослин відносно чистої зони на 18,9 та 11,8 % відповідно, тобто майже в тих самих межах, як і у попередніх видів. Кількість листків у *S. splendens*, *B. ×semperflorens* та *P. lactifolia* за умов середнього рівня забруднення менша за контрольну на 20,2, 21,4 та 23,1 %. У *Z. elegans* та *C. officinalis* зміни кількості асиміляційних органів відносно умовно чистої зони становили 27,5 та 28,7 % відповідно.

Таблиця 1

Кількість листків на рослині за впливу автотранспортних викидів

Вид	Контроль	Ділянка 1	% до контролю	t_d	Ділянка 2	% до контролю	t_d
<i>Aster novi-belgii</i>	78,9 ± 2,23	75,4 ± 2,43	95,6	1,07	69,7 ± 2,15	88,3	3,06
<i>Begonia × semperflorens</i>	37,8 ± 1,10	29,7 ± 0,94	78,6	5,60	22,7 ± 0,79	60,1	11,13
<i>Calendula officinalis</i>	155,8 ± 2,17	111,1 ± 3,15	71,3	7,11	102,5 ± 3,20	65,8	10,09
<i>Heliopsis scabra</i>	24,8 ± 0,64	20,1 ± 0,75	81,1	4,77	16,1 ± 0,41	64,9	11,54
<i>Hosta lancifolia</i>	74,5 ± 3,05	41,8 ± 1,85	56,1	9,07	39,4 ± 1,18	52,9	10,64
<i>Paeonia lactifolia</i>	13,4 ± 0,45	10,3 ± 0,30	76,9	5,79	6,2 ± 0,14	46,3	15,43
<i>Petunia × hybrida</i>	227,7 ± 9,19	208,3 ± 4,50	91,5	1,90	178,4 ± 3,02	78,4	5,10
<i>Salvia splendens</i>	173,5 ± 4,20	138,4 ± 4,30	79,8	5,84	103,5 ± 4,60	59,7	11,24
<i>Tagetes patula</i>	200,2 ± 9,13	176,6 ± 4,05	88,2	3,78	160,7 ± 8,50	80,3	4,36
<i>Zinnia elegans</i>	50,1 ± 1,16	36,3 ± 1,13	72,5	8,56	24,2 ± 0,85	48,3	18,02

Найсуттєвіший негативний вплив викидів автотранспорту на кількість листків на рослині виявлено у *H. lancifolia*. Зменшення значень цього показника порівняно з контролем у цього виду становило 43,9 %. На ділянці 2 в усіх без винятку видів формування листків пригнічувалося порівняно з контролем. Найменша їх кількість спостерігалася у *P. lactifolia*, *Z. elegans* і *H. lancifolia* (на 53,7, 51,7 та 47,1 % нижче ніж у контролі). Досліджуваний показник у *B. ×semperflorens* та *H. scabra* мав значення на 40,0 та 35,1 % менше за таке у рослин відносно чистої зони відповідно. У *C. officinalis* та *S. splendens* кількість листків була на 34,1 та 40,1 % нижча порівняно з рослинами відносно чистої зони. Рослини *T. patula* та *P. ×hybrida* мали на 19,7 та 21,7 % меншу кількість листя порівняно з контролем. Найменше зменшувалася кількість листків за дії високого рівня забруднення у *A. novi-belgii* (на 11,7 % відносно контролю). Зі зростанням рівня забруднення кількість листків достовірно зменшується відносно рослин квітників середнього рівня забруднення вихлопами автотранспорту у *B. ×semperflorens*, *S. splendens*, *P. ×hybrida*, *C. officinalis*, *P. lactifolia*, *H. scabra* та *Z. elegans*. У таких видів як *T. patula*, *H. lancifolia* та *A. novi-belgii* середній і високий рівні забруднення впливають на цей показник практично однаково. На негативну дію забруднювачів докільля на процес формування листків у квітникових рослин вказували також інші дослідники. У літературі [3] є дані про несприятливий вплив на їх кількість та площу надлишкових концентрацій заліза та хрому, які містяться у викидах металургійного підприємства, у

T. patula, *C. officinalis*, *P. ×hybrida*, *S. splendens*. Слід зазначити, що у цих видів промислові емісії впливають суттєвіше на зміну площі листків, ніж викиди автотранспорту у нашому експерименті. Таким чином, найбільшу стійкість за таким показником як вплив забруднювачів автотранспорту на формування кількості листків виявили *P. ×hybrida*, *A. novi-belgii*, *T. patula*. Найчутливішими видами виявилися *P. lactifolia* > *H. lancifolia* > *S. splendens*. Важливим показником в оцінці стану асиміляційного апарату є середня площа листка. За умов дії інгредієнтів автотранспортних викидів площа листка на рослині зменшується порівняно з рослинами відносно чистої зони, але не в усіх видів досліджуваних рослин (табл. 2).

Таблиця 2

Площа листка (см²) за умов впливу автотранспортних викидів

Вид	Контроль	Ділянка 1	% до контролю	t_d	Ділянка 2	% до контролю	t_d
<i>Aster novi-belgii</i>	1,3 ± 0,01	1,2 ± 0,03	92,3	1,90	1,1 ± 0,02	84,6	12,01
<i>Begonia × semperflorens</i>	10,5 ± 0,51	8,7 ± 0,35	82,9	2,96	6,4 ± 0,25	61,0	7,15
<i>Calendula officinalis</i>	13,2 ± 0,24	10,2 ± 0,58	77,3	3,04	9,9 ± 0,14	75,0	9,26
<i>Heliopsis scabra</i>	33,2 ± 0,83	25,8 ± 0,41	77,7	7,98	23,2 ± 0,15	69,9	11,88
<i>Hosta lancifolia</i>	25,9 ± 0,18	21,2 ± 0,14	81,9	11,28	17,3 ± 0,75	66,8	11,28
<i>Paeonia lactifolia</i>	168,4 ± 4,31	166,4 ± 1,14	98,8	0,02	150,2 ± 3,81	89,2	3,17
<i>Petunia × hybrida</i>	3,8 ± 0,07	3,2 ± 0,05	84,2	6,51	2,6 ± 0,04	68,4	14,51
<i>Salvia splendens</i>	4,6 ± 0,06	3,3 ± 0,36	71,7	3,64	2,3 ± 0,04	50,0	31,34
<i>Tagetes patula</i>	3,9 ± 0,02	3,6 ± 0,06	92,3	10,44	3,7 ± 0,05	94,9	17,08
<i>Zinnia elegans</i>	23,4 ± 0,74	17,9 ± 0,56	76,5	5,88	15,9 ± 0,62	68,0	7,78

На ділянці 1 статистично недостовірними порівняно з рослинами умовно чистої зони були зміни листової площі у *P. lactifolia* та *A. novi-belgii*. Найменше зазнала змін площа листків у *T. patula* та *P. ×hybrida*. Їх величини на 7,7 та 15,8 % нижчі за контрольні. У *C. officinalis*, *H. scabra* та *Z. elegans* ці значення становили 22,7, 22,3 та 23,5 %, відповідно. Найсильніше за дії вихлопів автотранспорту змінювалася середня площа листка у *S. splendens*. Її значення зменшувалися відносно контролю на 28,3 %. На ділянці 2 середня площа листка достовірно різнилася від контрольних у всіх видів рослин. Найменші зміни значень досліджуваного показника (на 5,1 % ніж у контролі) були у *T. patula*. Дещо більше зниження площі встановлено у *P. lactifolia* та *A. novi-belgii* (на 10,8 та 15,4 %, відповідно). Середньостійкими за такими показниками як площа листка є *P. ×hybrida*, *C. officinalis* та *H. scabra*. Їх значення зменшуються майже однаково (31,6, 25,0 та 30,1 % відносно контролю). У близьких межах змінюється площа листової пластинки також у *H. lancifolia* та *Z. elegans* (на 33,2 та 32,1 %) (див. табл. 2). До найчутливіших за зміною середньої площі листка видів відносять *B. ×semperflorens* та *S. splendens*. У цих видів показник зменшувався відносно контролю (на 39,1 та 32,1 %, відповідно).

Отже, найбільший негативний вплив викидів автотранспорту на ріст листової пластинки проявився у *S. splendens* та *B. ×semperflorens*. Найстійкішими видами за цим показником виявилися *P. lactifolia*, *A. novi-belgii* та *T. patula*.

Ступінь розвитку асиміляційної поверхні рослини має велике значення [9]. Чим більше розвинена листовка поверхня, тим більша продуктивність фотосинтезу та біологічний врожай (маса рослин, квіткова продукція). Тому ми дослідили, як змінюється цей показник у рослин на дослідних ділянках. Оскільки асиміляційна площа рослин – складова кількості листків та їх середньої площі, негативна дія забруднювачів на цей показник виражена суттєвіше, ніж на кожний із них (табл. 3).

Найсильніше скорочується площа асиміляційного апарату на обох ділянках у *Z. elegans*, *B. ×semperflorens* та *S. splendens*. Найменше змінюється листкова поверхня у *A. novi-belgii*. На ділянці із середнім рівнем забруднення добре розвинену асиміляційну поверхню мали *A. novi-belgii*, *P. ×hybrida* та *T. patula*. Висока стійкість за даним показником характерна для цих самих видів і на ділянці 2. *B. ×semperflorens*, *P. ×hybrida* та *S. splendens* найчутливіші до інгредієнтів викидів автотранспорту за зміною площі листкової поверхні. Вищий рівень забруднення (ділянка 2) викликає достовірне зменшення загальної асиміляційної поверхні рослин порівняно з її величиною на ділянці 1 у всіх без винятку видів.

Таблиця 3

Площа асиміляційної поверхні (см²) за умов впливу автотранспортних викидів

Вид	Контроль	Ділянка 1	% до контролю	t_d	Ділянка 2	% до контролю	t_d
<i>Aster novi-belgii</i>	104,2 ± 3,2	95,5 ± 3,0	91,7	2,00	73,1 ± 3,8	70,2	6,61
<i>Begonia × semperflorens</i>	400,7 ± 12,4	260,5 ± 9,4	65,0	9,04	140,5 ± 6,2	35,1	18,81
<i>Calendula officinalis</i>	2056,5 ± 11,9	1128,6 ± 12,4	54,9	6,33	946,1 ± 9,7	46,0	11,14
<i>Heliopsis scabra</i>	823,2 ± 16,9	519,1 ± 6,2	63,1	16,87	371,9 ± 10,1	45,2	22,88
<i>Hosta lancifolia</i>	1926,8 ± 30,3	879,8 ± 21,1	45,7	28,36	780,1 ± 20,4	40,5	31,41
<i>Paeonia lactifolia</i>	2263,3 ± 5,1	1734,5 ± 62,8	76,6	6,48	926,5 ± 20,1	40,9	23,94
<i>Petunia × hybrida</i>	860,7 ± 34,2	670,7 ± 23,6	77,9	4,57	465,6 ± 15,0	54,1	10,58
<i>Salvia splendens</i>	796,4 ± 18,4	451,2 ± 10,8	56,7	16,18	241,2 ± 5,4	30,3	28,95
<i>Tagetes patula</i>	786,8 ± 15,4	628,7 ± 13,5	79,9	12,49	507,8 ± 13,6	64,5	16,93
<i>Zinnia elegans</i>	1172,8 ± 25,4	650,3 ± 21,1	55,5	15,81	384,7 ± 13,2	32,8	27,55

За дії інгредієнтів автотранспортних викидів у досліджуваних видів декоративних квітникових рослин спостерігалися пошкодження листків та аномалії їх формування. Для загальної оцінки стану рослин та їх толерантності до забруднювачів довкілля використовують показники ушкодженості листків, змін їх декоративності [8]. Характер негативного впливу вихлопів автотранспорту на стан асиміляційного апарату різних видів рослин має певні відмінності, які проявляються у другій половині липня (табл. 4).

Таблиця 4

Ушкодженість листків квітникових рослин (%) за умов впливу викидів автотранспорту

Вид	Ушкодженості листкової пластинки, %		Аномальні листки, %	
	ділянка 1	ділянка 2	ділянка 1	ділянка 2
<i>Aster novi-belgii</i>	5,9 ± 0,14	10,1 ± 0,32	0,5 ± 0,10	0,8 ± 0,28
<i>Begonia × semperflorens</i>	7,8 ± 0,29	10,2 ± 0,42	0,3 ± 0,01	0,5 ± 0,02
<i>Calendula officinalis</i>	4,8 ± 0,12	8,9 ± 0,11	1,2 ± 0,02	2,8 ± 0,08
<i>Heliopsis scabra</i>	1,9 ± 0,01	3,0 ± 0,10	4,9 ± 0,14	7,0 ± 0,16
<i>Hosta lancifolia</i>	12,4 ± 0,41	17,8 ± 0,74	0,2 ± 0,08	0,5 ± 0,18
<i>Paeonia lactifolia</i>	6,8 ± 0,21	14,9 ± 0,58	4,2 ± 0,14	8,9 ± 0,35
<i>Petunia × hybrida</i>	5,4 ± 0,19	13,7 ± 0,73	1,2 ± 0,04	2,4 ± 0,08
<i>Salvia splendens</i>	15,3 ± 0,49	26,4 ± 0,94	4,8 ± 0,12	9,3 ± 0,34
<i>Tagetes patula</i>	1,9 ± 0,03	2,3 ± 0,07	0,8 ± 0,55	1,2 ± 0,03
<i>Zinnia elegans</i>	13,3 ± 0,11	16,3 ± 0,59	0,5 ± 0,18	0,9 ± 0,39

У *H. scabra* листкові пластинки за умов високого та середнього рівнів забруднення не тільки мали меншу площу, а й були обвислими, що може пояснюватися зниженням тургору. У цього виду спостерігався крайовий некроз, гофрованість листя та зміна форми листкової пластинки. У *S. splendens* в умовах забруднення деякі листки були гофровані з ознаками хлорозу. У *H. lancifolia* за умов забруднення спостерігався незначний крапчастий некроз. Навіть у *T. patula* (виду, віднесеного нами до стійких за

морфологічними показниками) за умов високого рівня забруднення автотранспортними викидами спостерігався хлороз частини листків. У *P. ×hybrida* та *C. officinalis* за умов забруднення на деяких пагонах виявлено дрібнолистість, ці листки мали ознаки хлорозу. Листки *P. lactifolia* на обох дослідних ділянках мали викривлені листкові пластинки та ознаки хлорозу.

За умов впливу інгредієнтів автомобільних викидів на рослини найменше змінювався загальний вигляд пластинки листка у *A. novi-belgii* та *T. patula*, найсуттєвіше – у *S. splendens* і *Z. elegans*. За змінами показників асиміляційного апарату найстійкіші *T. patula* та *A. novi-belgii*.

Аналіз ступеня зміни стану листової поверхні за дії викидів автотранспорту показав, що найтолерантнішими є такі види як *A. novi-belgii* та *T. patula*. Їх можна рекомендувати для озеленення територій із високим рівнем автотранспортного навантаження, де вони будуть зберігати високий рівень декоративності. *C. officinalis*, *H. scabra*, *H. lancefolia* та *P. lactifolia* – види із середньою чутливістю до інгредієнтів автотранспортних викидів, тому вони можуть бути рекомендовані для озеленення територій із середнім рівнем забруднення. *B. ×semperflorens*, *Z. elegans* та *S. splendens*, як види, чутливі до автотранспортного забруднення, можна рекомендувати для створення квітників лише за умов середнього рівня забруднення вихлопами автотранспорту.

Висновки

Забруднення культурфітоценозів Дніпропетровська інгредієнтами викидів автотранспорту спричинює зменшення кількості листків, площі листової пластинки та асиміляційної поверхні, зростання ушкодженості та аномалій будови листової пластинки декоративних квітникових рослин.

За комплексом зміни морфометричних показників асиміляційного апарату за дії на декоративні рослини різного рівня забруднення інгредієнтами автотранспортних викидів можна виділити декілька груп рослин: толерантні – *A. novi-belgii* та *T. patula*; із середнім ступенем стійкості – *C. officinalis*, *H. scabra*, *H. lancefolia*, *P. lactifolia* та *P. ×hybrida*; чутливі до фітотоксикантів – *B. ×semperflorens*, *Z. elegans* та *S. splendens*.

Для озеленення ділянок із високим рівнем автотранспортного навантаження доцільно застосовувати *A. novi-belgii* та *T. patula*, із середнім – *B. ×semperflorens*, *C. officinalis*, *H. scabra*, *H. lancefolia*, *P. lactifolia*, *P. ×hybrida* та *S. splendens*.

Бібліографічні посилання

1. Гетко Н. В. Растения в техногенной среде. – Минск : Наука и техника, 1989. – 208 с.
2. Головкин В. Н. Декоративные растения СССР / В. Н. Головкин, Л. А. Китаева, Э. П. Немченко. – М. : Мысль, 1986. – 320 с.
3. Декоративные растения природной флоры в озеленении городской агломерации Донецк – Макеевка / А. З. Глухов, А. Г. Деревянская, А. И. Харкота, С. И. Прохорова // Интродукция, селекция та захист рослин. Матер. II Міжнар. наук. конф. – Донецьк, 2009. – С. 190–193.
4. Іванченко О. Є. Вплив полістимуліну *K* на ріст вегетативних органів декоративних квітникових рослин на фоні забруднення довкілля сполуками заліза і хрому // Питання біоіндикації та екології. – 2004. – Вип. 9, № 2. – С. 10–24.
5. Капелюш Н. В. Зміна анатомічних показників листків *Platanus orientalis* L. під дією промислових емісій (техногенного навантаження) / Н. В. Капелюш, В. П. Бессонова // Інтродукція рослин. – 2005. – № 1. – С. 81–87.
6. Клейн Р. М. Методы исследования растений / Р. М. Клейн, Д. Т. Клейн. – М. : Колос, 1974. – 527 с.
7. Лакин Г. Ф. Биометрия. – М. : Высшая школа, 1990. – 352 с.

8. **Николаевский В. С.** Биологические основы газоустойчивости растений. – Новосибирск : Наука, 1979. – 276 с.
9. **Полевой В. В.** Физиология целостности растительного организма // Физиология растений. – 2001. – Т. 48, № 4. – С. 631–643.
10. **Сыщикова Д. В.** Аккумуляция тяжелых металлов ассимиляционным аппаратом цветочно-декоративных растений при разном уровне загрязнения почвы // Актуальні проблеми ботаніки, екології та біотехнології. Матер. Міжнар. конф. молодих учених-ботаніків. – К. : Фітосоціоцентр, 2006. – С. 168–169.
11. **Bell J. N.** Effect of vehicle exhaust emission on urban wild plant species / J. N. Bell, S. L. Honour, S. A. Power // Environ. Pollut. – 2011. – Vol. 159, N 1. – P. 1984–1990.
12. **Biomonitoring** of urban habitat quality by anatomical and chemical leaf characteristics / B. L. Balasooriya, W. K. Samson, R. Mbikwa et al. // Environmental and Experimental Botany. – 2009. – Vol. 65, N 2–3. – P. 386–394.
13. **Chauhan A.** Tree as bioindicator of automobile pollution in Dehradun City: A case study // New York Science Journal. – 2010. – Vol. 3, N 6. – P. 88–95.
14. **Cox R. M.** Sensivity of forest plant reproduction of range to transported air pollutants: The effects of wet deposit acidity and copper on reproduction of *Populus tremendous* // New Phytol. – 1988. – Vol. 110, N 1. – P. 33–38.
15. **Effect** of cadmium on plant growth and physiological traits in contrast wheat recombinant inbred lines differing in cadmium tolerance / C. Dunwei, J. Dong, D. Tinbo et al. // Chemosphere. – 2009. – Vol. 77. – P. 1620–1625.
16. **Elkey T.** Sulphat, total sulphur and total nitrogen accumulation by petunia leaves exposed to ozone, sulphur dioxide and nitrogen dioxide / T. Elkey, D. P. Ormrod // Environ. Pollut. – 1981. – Vol. 24. – P. 233–241.
17. **Koslow E. E.** Lead-containing particles on urban leaf surfaces / E. E. Koslow, W. H. Smith // Environ. Sci. Technol. – 1977. – Vol. 11. – P. 1019–1021.
18. **Mishra L. C.** Effect of environmental pollution on the morphology and leaf epidermis of *Commelina bengalensis* L. // Environ. Pollut. – 1982. – Vol. 28. – P. 281–284.
19. **Ndiokwere C. L.** A study of heavy metal pollution from motor vehicle, emissions and its effect on roadside soil, vegetation and crops in Nigeria // Environ. Pollut. – 1984. – Vol. 7. – P. 35–42.
20. **Tree** as bioindicator of heavy metal pollution in three European cities / T. Sawidis, J. Breuste, M. Mitrovic et al. // Environ. Pollut. – 2011. – Vol. 159, N 6. – P. 3560–3570.

Надійшла до редколегії 04.12.2011