

УДК 581.61

© Н. В. Капелюш

ВПЛИВ АЕРОТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ НА РЕПРОДУКТИВНИЙ РОЗВИТОК ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *PLATANUS L.*

*Запорізький національний університет; 69600, м. Запоріжжя, МСП-41, вул. Жуковського, 66
e-mail: kapel72@rambler.ru*

Капелюш Н. В. Вплив аеротехногенного забруднення довкілля на репродуктивний розвиток представників роду *Platanus L.* – Проведено аналіз впливу аеротехногенного забруднення довкілля на інтенсивність цвітіння досліджуваних видів роду *Platanus*, кількість стерильних пилкових зерен та показник стерильності пилку. Розглянуто закономірність зміни стерильності пилку видів роду *Platanus L.* залежно від характеру забруднення. Визначено, що більш чутливим до забруднення середовища викидами металургійних підприємств з досліджуваних видів є *Platanus orientalis L.*

Ключові слова: інтенсивність цвітіння, стерильність пилкових зерен, рослини роду *Platanus*.

Вступ

Проблема інтенсифікації процесів озеленення міст сьогодні, на жаль, вирішується дуже повільно. Про користь зелених насаджень у містах написано дуже багато, і, безумовно, заходи щодо організації і збільшення міських рекреаційних зон проводяться практично в кожному місті країни, але їх обсяг є малим, і створення парків і приміських лісозон не вирішує повною мірою основних проблем поліпшення екологічних умов житлового середовища [1]. Результати досліджень свідчать, що важливою складовою є не тільки загальна площа зелених насаджень у структурі міста, а й рівномірний їх розподіл по всій території міських поселень, особливо у складі житлових мікрорайонів [1].

Відомо, що екологічні умови суттєво впливають на репродукцію рослин [2-4]. Для визначення адаптивних реакцій рослин у нових екологічних умовах необхідним є дослідження особливостей їх репродуктивного розвитку, оскільки його успішне здійснення – це показник вдалого пристосування організму [5, 6]. Деякі дослідники дійшли висновку, що промислові викиди суттєво впливають на показники генеративної системи [7-9].

У зв'язку з цим мета нашої роботи – аналіз впливу аеротехногенного забруднення довкілля на інтенсивність цвітіння деяких видів роду *Platanus*, кількість стерильних пилкових зерен та показник стерильності пилку платанів.

Матеріал та методи дослідження

Дослідна ділянка 1 розташована в 1-2 км зоні впливу емісій промислових підприємств чорної металургії (ВАТ «Запоріжсталь», ВАТ «Дніпроспецсталь», ВАТ «Запоріжжкокс»), де використовують агломерацію, вогнетривке, доменне, мартенівське виробництво [10]. Перевищення ГДК за сірчаним газом, оксидом азоту, оксидом вуглецю, пилом та ін. агресивними речовинами на промислових майданчиках металургійних підприємств в районі цих виробництв у 3,1-12,1 рази, а під час неорганізованих викидів – більше ніж у 20 разів [11].

Ділянка 2 розташована поряд з трансформаторним заводом, який викидає 107,317 т інгредієнтів промислових викидів на рік. Максимальну концентрацію у цих викидах складають оксид нітрогену, оксид вуглецю та сірчаний ангідрид [11].

Між двома автострадами з рухом автомобільного транспорту 116621 машина за добу було закладено ділянку 3. Основними забруднювачами на цій ділянці є оксиди вуглецю, двооксид азоту та вуглеводень, концентрація яких перевищувала ГДК у 3,8-6,2 рази, концентрація сполук свинцю перевищувала ГДК у 5,2-7,6 рази [12].

Контрольна ділянка знаходиться у штучному насадженні Комунарського району м. Запоріжжя на віддаленні 90 км від джерела промислового забруднення, де, за даними обласної санітарно-епідеміологічної служби, перевищень ГДК забруднюючих речовин не виявлено.

Об'єктами дослідження були види роду *Platanus* L.: платан східний (*P. orientalis* L.) та платан кленолистий (*P. acerifolia* Willd.) у віці 25-35 років, що зростали на ділянках з різним типом та ступенем забруднення.

Коефіцієнт плодоношення та кількість плодів модельної гілки, характеристики плодів та показники якості насіння визначали згідно із загальноприйнятими методиками [13, 14].

Статистичну обробку отриманих даних проводили за Г. Ф. Лакіним [15], дані є вірогідними при $P \leq 0,05$.

Результати та обговорення

Нами досліджено інтенсивність цвітіння рослин *P. orientalis* і *P. acerifolia* залежно від різних параметрів довкілля (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив забруднення довкілля на інтенсивність цвітіння *P. orientalis* і *P. acerifolia*

Рік	Варіант	Кількість суцвіть на погонному метрі, шт.	t	% до контролю
<i>P. orientalis</i>				
2003	Контроль	22,8±1,31		100
	Ділянка 1	16,6±1,41	3,25	72,8
	Ділянка 2	21,3±1,62	0,73	93,4
	Ділянка 3	18,5±1,22	2,43	81,1
2004	Контроль	18,5±1,24		100
	Ділянка 1	13,2±1,53	2,76	71,3
	Ділянка 2	16,1±1,32	1,36	87,0
	Ділянка 3	14,7±1,42	2,06	79,4
2005	Контроль	28,6±1,61		100
	Ділянка 1	21,6±1,41	3,64	75,5
	Ділянка 2	26,2±1,51	1,67	91,6
	Ділянка 3	24,3±1,31	2,17	84,9
2006	Контроль	22,4±1,52		100
	Ділянка 1	14,6±1,22	4,53	56,2
	Ділянка 2	17,6±1,41	2,24	78,5
	Ділянка 3	16,3±1,30	3,58	72,7
<i>P. acerifolia</i>				
2003	Контроль	13,5±0,61		100
	Ділянка 1	10,1±0,71	2,60	82,2
	Ділянка 2	11,8±0,51	1,15	93,3
	Ділянка 3	10,4±0,70	2,93	80,0
2004	Контроль	11,4±0,52		100
	Ділянка 1	8,7±0,73	3,14	76,3
	Ділянка 2	10,6±0,41	1,25	92,9
	Ділянка 3	9,4±0,64	2,56	82,4
2005	Контроль	14,8±0,40		100
	Ділянка 1	11,9±0,60	4,02	80,4
	Ділянка 2	13,7±0,72	1,36	92,5
	Ділянка 3	12,2±0,61	3,61	82,4
2006	Контроль	14,1±0,61		100
	Ділянка 1	10,8±0,70	3,58	76,5
	Ділянка 2	12,9±0,70	1,30	91,5
	Ділянка 3	11,6±0,41	3,47	82,3

Закладання та формування бруньок відбувається наприкінці літа, тому кількість суцвіть весною залежить від вологості та кількості опадів у літній та осінній період, а також від зимових температур.

Найсुворішою була зима 2005-2006 рр., коли в січні температура сягала $-38,7^{\circ}\text{C}$. Тому в 2006 р. кількість суцвіть становила 95,27% у *P. acerifolia*, порівняно з 2005 р., що пов'язано з підмерзанням квіткових бруньок. Рослини *P. orientalis* через великі ушкодження цвіли дуже слабо, і кількість суцвіть на них становила 78,32% порівняно з 2005 р.

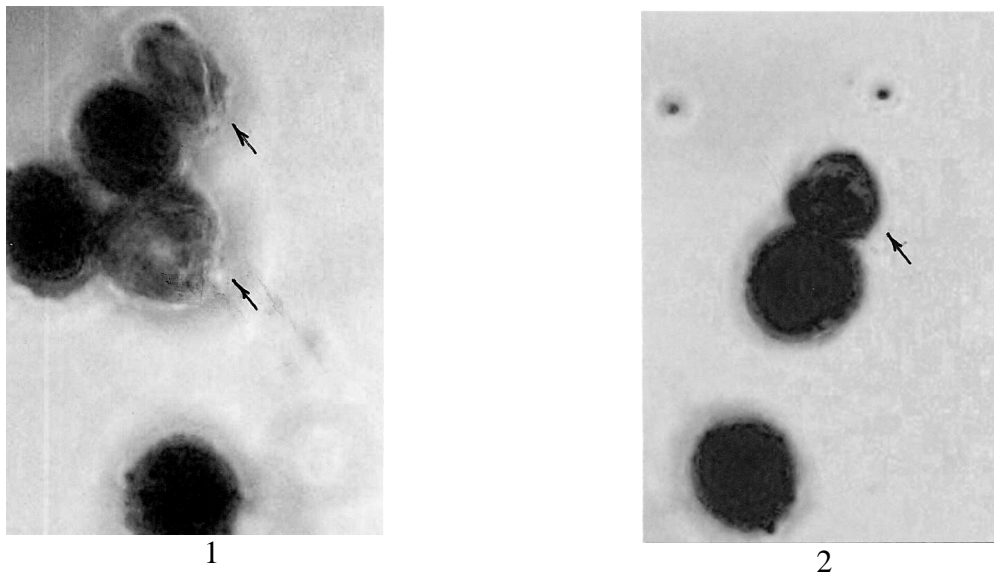
На характер цвітіння платанів також впливають ранньовесняні заморозки, що завдають негативного впливу на життєздатність пилкових зерен. Найменшою кількістю суцвіть виявили весною 2004 р., бо закладання бруньок відбувалося в 2003 р. – найпосушливішому за час наших досліджень, для *P. orientalis* цей показник на 23,24% менший ніж у 2003 р. та на 54,59 та 42,71% менший ніж у 2005 та 2006 рр. відповідно.

Така ж тенденція була відмічена й для рослин *P. acerifolia*. У цього виду також відбулося зниження кількості суцвіть у 2004 р., воно становило 18,4% до 2003 р. та 29,8% до 2005 р. відповідно.

Забруднення довкілля викидами промислових підприємств та автомобільного транспорту завдало негативного впливу на інтенсивність цвітіння досліджуваних дерев (див. табл. 1). Найбільше це було помітно на ділянці 1, де більш агресивні забруднюючі інгредієнти металургійних підприємств, та на ділянці 3, яка розташована в зоні дії вихлопів автомобільного транспорту, де кількість забруднюючих агентів менша, ніж біля заводів. Мінімальна кількість суцвіть була відмічена нами на ділянці 1 у 2006 р., коли поєдналися негативні чинники: сувора зима та забруднення довкілля викидами металургійних підприємств на цій ділянці, цей показник становив для *P. orientalis* 56,25% й для *P. acerifolia* 76,59% відносно контрольних значень.

Процеси утворення мікроспор та проростання пилку чутливі до дії забруднювачів довкілля [16-21]. Вивчення питання впливу інгредієнтів промислових і автомобільних викидів на життєдіяльність пилку є необхідним, бо воно дозволить ближче підійти до розуміння генеративного розвитку і насінневої продуктивності деревних рослин. Нами відмічено вплив забруднення оточуючого середовища автомобільними та промисловими викидами на стан пилку та його морфометричну різноякісність *P. orientalis* і *P. acerifolia* (рис. 1). Під впливом аеротехногенного забруднення пилові зерна *P. orientalis* і *P. acerifolia* змінюють форму та якість.

На рис. 2 відображені результати розподілу пилових зерен за їх розмірами. Як у контрольному, так і в дослідних варіантах найбільша кількість пилових зерен у *P. orientalis* має розміри $24,2 \pm 0,23$ мкм. Найменші пилові зерна, які було виявлено, мали діаметр $6,0 \pm 0,53$ мкм. В умовах дії на рослини промислових і автомобільних викидів спостерігаються зміни розподілу зерен за класами. Якщо в контролі зерен з діаметром $18,2 \pm 0,41$ мкм виявлено 14,3% пилку, а з діаметром $30,2 \pm 0,16$ мкм – 26,3%, то на ділянці 1 (біля металургійних підприємств) кількість перших збільшується до 28,3%, а других зменшується до 10,31%. Але відсоток зерен з цим діаметром з 50,3% у контролі зменшується до 37,1% у рослини, на які діють полутанти металургійного комбінату. Подібна спрямованість змін розподілу пилових зерен за цими групами стосовно контролю спостерігається і за дії вихлопів автомобільного транспорту (ділянка 3), хоча зміни за кількістю пилових зерен в розмірних групах III та VI менші, ніж на ділянці 1, а в групі IV майже не змінюється відносно контрольних значень.



P. orientalis

P. acerifolia

Рис. 1. Морфометрична різноякісність пилку *P. orientalis* (1) і *P. acerifolia* (2) в умовах забруднення довкілля (стрілками позначені стерильні пилкові зерна).

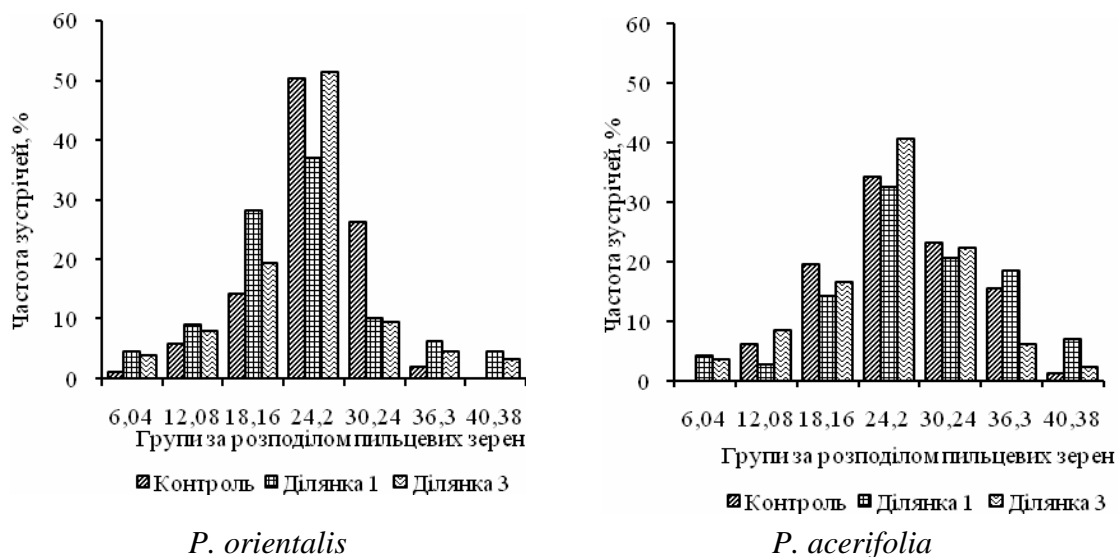


Рис. 2. Характеристика пилкових зерен за розмірами у видів роду *Platanus* L.

В екземплярів виду *P. acerifolia* розподіл пилкових зерен за розмірними класами в контролі такий. Найбільша кількість пилку має діаметр $24,2 \pm 0,21$ мкм. Кількість пилкових зерен у цьому класі становить 34,2%. Кількість пилкових зерен на ділянці 1 у класах з найменшим діаметром становить 4,2 та 3,6% на ділянці 3. Кількість пилку з найбільшим діаметром $36,3 \pm 0,26$ та $40,4 \pm 0,13$ мкм, навпаки, стає більшим у рослин, що зростали на ділянці з високим рівнем різноякісного забруднення викидами металургійних підприємств, й меншим у рослин придорожньої зони порівняно з контролем. Слід зазначити, що в обох видів як найменші, так і дуже великі пилкові зерна часто є стерильними.

Отже, забруднення довкілля викликає порушення розподілу пилку за розмірними класами. Сильніше на цей процес впливають емісії промислового забруднення (ділянка 1). Підвищення рівня морфологічної різноякісності пилку за дії інгредієнтів викидів металургійних підприємств (абрикос звичайний, горіх грецький, кінський каштан звичайний, тополя гостролиста) спостерігала В. П. Бессонова [18].

Життєздатність пилку є важливим фактором для проростання пилкових трубок і насінневої продуктивності. Нами вивчено негативний вплив промислових та автомобільних викидів на життєздатність пилку видів роду *Platanus* L. Отримані дані можуть бути використані й для оцінки стану середовища при моніторингових дослідженнях.

Як видно з табл. 2, стерильність пилку в контрольних рослин *P. acerifolia* становить 4,1% в середньому за 4 роки. За умов хронічного впливу на рослини інгредієнтів промислових викидів кількість стерильних пилкових зерен зростає. В умовах ділянки 1 стерильність пилку становить 16,6%, ділянки 2 – 6,3%. Отже, найтоксичніше впливають на формування пилку викиди металургійних підприємств, значно меншу негативну дію мають промислові викиди ділянки 2. У вуличних насадженнях кількість стерильних зерен перевищує контрольний показник й становить 9,5%.

Аналогічна закономірність зміни стерильності пилку залежно від характеру забруднення встановлена для *P. orientalis*.

Таблиця 2

Вплив аерополутантів на стерильність пилку *P. orientalis* та *P. acerifolia*

Варіант	Стерильність пилку, %	
	<i>P. acerifolia</i>	<i>P. orientalis</i>
Контроль	4,1±1,21	1,8±1,02
Ділянка 1	16,6±2,08	10,7±3,18
Ділянка 2	6,3±1,16	2,8±2,04
Ділянка 3	9,5±1,08	7,4±2,16

Відсоток стерильного пилку в досліджуваних видів у контролі відрізняється. Тому для зіставлення абортивності пилку рослин *P. orientalis* та *P. acerifolia* використовували коефіцієнт стерильності (рис. 3). Це відношення стерильності пилку в дослідних точках до цього показника в контролі [18]. Більш чутливим до забруднення середовища викидами металургійних підприємств за показником стерильності пилку є *P. orientalis*. У цього виду коефіцієнт стерильності на ділянці 1 становить 5,5±0,31, у *P. acerifolia* він дорівнює 4,0±0,39. Біля трансформаторного заводу цей показник однаковий для обох досліджуваних видів. На ділянці 1 сильно підвищують стерильність пилку фториди, двооксид нітрогену, фенол, сірчаний ангідрид. На ділянці 3 негативну дію виявляє свинець та інші забруднювачі. Підвищення рівня стерильності пилку за дії вихлопних газів автомобілів спостерігали і інші дослідники у таких видів, як *Acer platanoides* та *Tilia cordata* [7, 18].

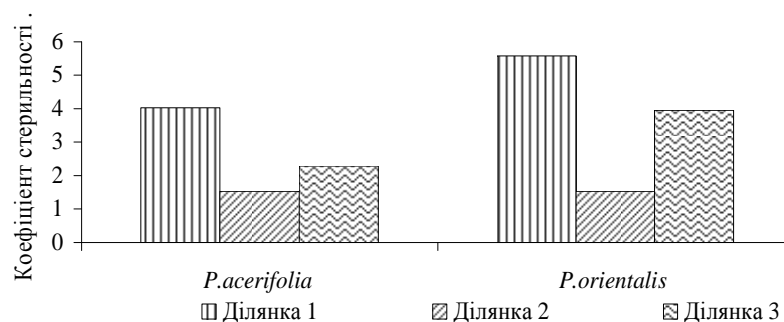


Рис. 3. Коефіцієнт стерильності видів роду *Platanus* L. за різних умов зростання.

Таким чином, інгредієнти промислових викидів та вихлопів автотранспорту призводять до порушення формування макроспор у рослин видів роду *Platanus* L., у результаті чого у них зростає морфометрична різноякісність пилкових зерен та їх стерильність. Отже, за рівнем мутагенності середовища найбільша кількість стерильних пилкових зерен в пиляках *P. orientalis* та *P. acerifolia* виявлена біля металургійних підприємств, найменша – на

території трансформаторного заводу. Аерополлютанти впливають більш негативно на пилок *P. orientalis*, ніж *P. acerifolia*.

У подальших дослідженнях планується здійснити визначення впливу забруднення довкілля на якісні показники плодоношення видів роду *Platanus*.

Висновки

1. Мінімальна кількість суцвіть була відмічена нами на ділянці 1 у 2006 р., коли поєдналися негативні чинники: сувора зима та забруднення довкілля викидами металургійних підприємств на цій ділянці, цей показник становив для *P. orientalis* 56,3% й для *P. acerifolia* 76,6% відносно контрольних значень.

2. За умов хронічного впливу на рослини інгредієнтів промислових викидів кількість стерильних пилкових зерен зростає. Найтоксичніше впливають на формування пилку викиди металургійних підприємств (стерильність пилкових зерен становить 16,6%), значно меншу негативну дію мають промислові викиди ділянки 2 (6,3% відповідно). У вуличних насадженнях кількість стерильних зерен перевищує контрольний показник й становить 9,5%.

3. Більш чутливим до забруднення середовища викидами металургійних підприємств за показниками якості, стерильності та розмірами пилку є *P. orientalis*.

Список літератури

1. Шкурко В. В. Еколого-гігієнічні проблеми сучасного урбанізованого міського середовища / В. В. Шкурко // Екологічний вісник. – 2005. – № 4. – С. 8–10.

2. Смит У. Х. Лес и атмосфера / У. Х. Смит. – М.: Прогресс, 1985. – 430 с.

3. Ставрова Н. И. Влияние атмосферного загрязнения на семеношение хвойных пород / Н. И. Ставрова // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. – Л.: Наука, 1990. – С. 115–121.

4. Бессонова В. П. Семенное возобновление древесных растений и промышленные поллютанты (SO₂ и NO₂) / В. П. Бессонова, Т. И. Юсыпова. – Запорожье: ЗГУ, 2001. – 193 с.

5. Бессонова В. П. Динамика пигментов и углеводов в листьях акации белой, произрастающей в различных лесорастительных условиях / В. П. Бессонова, О. Ф. Михайлов, А. И. Коритова // Вопр. степного лесоведения. – Днепропетровск, ДГУ, 1976. – С. 100–105.

6. Мазепа В. Г. Вплив техногенного забруднення атмосфери на репродуктивні особливості *Pinus sylvestris* L. / В. Г. Мазепа // Укр. ботан. журн. – 1995. – Вип. 52, № 5. – С. 654–657.

7. Бессонова В. П. Интенсивность плодоношения древесных растений в условиях загрязнения среды / В. П. Бессонова, З. В. Грицай. – Днепропетровск: ДГУ, 1993. – 11 с. – Библиогр.: 9 назв. – Рус. – Деп. В УкрИНТЭИ 23.03.93, № 643–Ук93.

8. Грицай З. В. Интенсивность цветения кленов в условиях промышленного загрязнения / З. В. Грицай // Вопросы степного лесоведения и рекультивации земель. – Днепропетровск: Изд-во Днепропетровского ун-та, 1996. – С. 159–164.

9. Селянкина К. П. О репродуктивной функции основных лесообразующих пород Урала в условиях воздействия промышленных выбросов, содержащих агрессивные соединения / К. П. Селянкина, О. Д. Шкарлет, С. А. Мамаев // Загрязнение атмосферного воздуха предприятиями цветной и черной металлургии и меры по его защите. – Челябинск, 1972. – С. 102–109.

10. Калверта С. В. Защита атмосферы от промышленных загрязнений. – Справ. в 2-х ч. / С. В. Калверта, Г. М. Инглунда. – М.: Металлургия, 1988. – Ч. 2. – 721 с.

11. Програма моніторингу довкілля Запорізької області. – Запоріжжя, 2001. – 182 с.

12. Илькун Г. М. Загрязнители атмосферы и растения / Г. М. Илькун. – К.: Наук. думка, 1978. – 247 с.

13. Никитинский Ю. И. Декоративное дрeвоводство / Ю. И. Никитинский, Т. А. Соколова. – М.: ВО Агропромиздат, 1990. – 256 с.

14. Международные правила определения качества семян / Под ред. И. Г. Леурда. – М.: Агропромиздат, 1969. – 184 с.
15. Лакин Г. Ф. Биометрия: Уч. пособие для биол. спец. вузов / Г. Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
16. Кулагин Ю. З. Индустриальная дендрология и прогнозирование / Ю. З. Кулагин. – М.: Наука, 1985. – 118 с.
17. Бессонова В. П. Состояние пыльцы как показатель загрязнения среды тяжелыми металлами / В. П. Бессонова // Экология. – 1992. – № 4. – С. 5–50.
18. Бессонова В. П. Можливості оцінки екологічної ситуації у промисловому місті за гаметоцидною дією на рослини промислових емісій / В. П. Бессонова, З. В. Грицай, І. І. Лисенко // Екологія і освіта: Проблеми теорії і практики. Тези доп. міжнар. наук.-практ. конф. (м. Умань, 20–21 квітня 1994 р.). – Умань, 1994. – Т. II. – С. 10–11.
19. Горовая А. И. Цитогенетическая оценка мутагенного фона в промышленном Приднестровье / А. И. Горовая, В. М. Дигурко, Т. В. Скворцова // Цитол. и генет. – 1995. – № 6. – С. 16–22.
20. Бессонова В. П. Влияние загрязнения окружающей среды на мужскую фертильность декоративных цветочных / В. П. Бессонова, Л. М. Фендюр // Бот. журн. – 1997. – Т. 85, № 5. – С. 38–44.
21. Рангалис Н. В. Регуляция чувствительности высших растений к мутагенным факторам / Н. В. Рангалис. – Рига: Мокслас, 1978. – 188 с.

Капелюш Н. В. Влияние аэротехногенного загрязнения среды на репродуктивное развитие представителей рода *Platanus L.* – Проведен анализ влияния загрязнения среды на интенсивность цветения исследуемых деревьев, количество стерильных пыльцевых зерен и показатель стерильности пыльцы. Рассмотрена закономерность изменения стерильности пыльцы видов рода *Platanus L.* в зависимости от характера загрязнения. Установлено, что наиболее чувствительным к загрязнению среды выбросами металлургических предприятий является *Platanus orientalis*.

Ключевые слова: интенсивность цветения, стерильность пыльцевых зерен, растения рода *Platanus*.

Kapeljus N. V. *Influence of aerotechnogenic pollution on reproductive development of kind of Platanus L.* – Analysis of the impact of pollution on the intensity of the flowering of trees, number of sterile pyl'cevyh grains and pollen sterility rate. Considered pattern changes of pollen sterility of species of *Platanus L.*, depending on the nature of the pollution. Found that the most sensitive to pollution emissions smelters is *Platanus orientalis*.

Key words: intensity of flowering, sterility of pollen grains, plants of sort *Platanus*.