

УДК 581.145.1(477.63)

**З. В. Грицай, М. О. Трифонов***Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара***ВПЛИВ ВИКИДІВ ПРИДНІПРОВСЬКОЇ ТЕС м. ДНІПРОПЕТРОВСЬК НА ПОКАЗНИКИ ФЛОРАЛЬНОЇ СФЕРИ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *TILIA***

Вивчено вплив забруднення довкілля викидами Придніпровської ТЕС м. Дніпропетровськ на морфобіометричні та цитогенетичні показники флоральних органів представників роду *Tilia*. У досліджених об'єктів за дії техногенних емісій встановлено зниження інтенсивності цвітіння та фертильності пилоквих зерен, найбільш суттєво – в *T. cordata*. Запропоновано чутливі показники флоральної системи лип як інформативні тест-параметри для застосування в моніторингу стану довкілля. Надані рекомендації щодо використання видів роду *Tilia* в озелененні промислових майданчиків в умовах степового Придніпров'я.

*Ключові слова:* техногенне забруднення, деревні рослини, інтенсивність цвітіння, фертильність пилку.

**З. В. Грицай, М. А. Трифонов***Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара***ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ ПРИДНЕПРОВСКОЙ ТЭС г. ДНЕПРОПЕТРОВСК НА ПОКАЗАТЕЛИ ФЛОРАЛЬНОЙ СФЕРЫ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *TILIA***

Изучено влияние загрязнения окружающей среды выбросами Приднепровской ТЭС г. Днепропетровск на морфобиометрические и цитогенетические показатели флоральных органов представителей рода *Tilia*. У исследуемых объектов в условиях техногенной нагрузки установлено снижение интенсивности цветения и фертильности пыльцевых зёрен, наиболее существенно – у *T. cordata*. Предложены чувствительные показатели флоральной системы лип в качестве информативных тест-параметров для применения в мониторинге состояния окружающей среды. Даны рекомендации по использованию видов рода *Tilia* в озеленении промышленных площадок в условиях степного Приднепровья.

*Ключевые слова:* техногенное загрязнение, древесные растения, интенсивность цветения, фертильность пыльцы

**Z. V. Grytzay, M. O. Tryphonov***O. Honchar Dnipropetrovsk National University***INFLUENCE OF EMISSIONS OF PRYDNIPROVS'K COMBINED HEAT AND POWER STATION OF DNIPROPETROVSK CITY ON *TILIA* GENUS BLOOMING INDICATORS**

Seed reproduction of woody plants plays a major role in maintaining genetic stability and flexibility of most species in forest communities. Therefore, the research the performance of woody plants generative system in the conditions of anthropogenic impact can help to assess the sustainability of forest plant communities located on technogenic contaminated territories, as well as to select the plant range promising for gardening in industrial sites. This paper discusses the research results obtained while analysing the effect that emissions, produced by Prydniprovsk combined heat and power station in Dnipropetrovsk, Ukraine, have on *Tilia* genus blooming indicators. The research objects were *Tilia platyphyllos Scop.*, *T. europaea L.* and *T. cordata Mill.* The samples were taken in June and July of 2015 in the two sites of the monitoring coverage: the test area was the tree plantation adjacent to the Prydniprovsk combined heat and power station in the city of Dnipropetrovsk, Ukraine; the reference area was the Botanical Garden of Oles' Hon-

char Dnipropetrovsk National University. It was ascertained that generative systems of the studied objects differ in their sensitivity to synthetic pollution. The blooming indices of *T. cordata* species appeared to be vulnerable to significant industrial emissions whereas *T. europaea* and *T. platyphyllos* representatives proved to be relatively tolerant. There is evidence that affected by emissions produced by Prydniprovs'k combined heat and power station in the city of Dnipropetrovsk, Ukraine, the bloom intensity indices of all the research objects decrease, with *T. cordata* representatives showing the lowest range rate of the parameter. We found that technogenic emissions tend to inhibit pollen fertility of *T. cordata* and *T. platyphyllos*, with the most damaging effect marked for *T. cordata* species. Pollen grain size indicator remained stable for all research objects under conditions of contaminated environment. The paper suggests sensitive *Tilia* genus blooming indicators such as bloom intensity and pollen fertility as test-parameters to monitor the state of the environment in terms of technogenic overload, with *T. cordata* as an informative test-object. It also provides recommendations as for the use of *Tilia* genus representatives in landscaping industrial sites in the Steppe Prydniprov'ya area.

*Key words:* technogenic pollution, woody plants, bloom intensity, pollen fertility.

Деревні насадження є могутнім фільтром у очищенні атмосфери, води, ґрунту від значного спектра шкідливих домішок, у тому числі й антропогенного походження [10; 14]. Тому в оптимізації міського середовища з високим рівнем техногенного забруднення суттєва роль належить створенню зелених насаджень із використанням деревних порід [4; 16]. При підборі асортименту видів для озеленення індустріально розвинених міст необхідно враховувати здатність рослин поглинати шкідливі сполуки, зберігати свої високодекоративні якості в умовах забрудненого середовища, а також їх стійкість до техногенних викидів [5; 9; 16]. Стабільність функціонування природних та штучних фітоценозів значною мірою залежить від їх здатності підтримувати належний рівень насіннєвого відновлення. Адже насіннєве розмноження деревних рослин відіграє провідну роль у збереженні генетичної гнучкості та стійкості більшості видів у лісових угрупованнях [3; 7; 11; 15].

Цвітіння є важливою ланкою репродуктивного етапу онтогенезу рослин, від якої суттєво залежить успішність процесів запилення, запліднення, відповідно – рівень насіннєвої продуктивності. Тому дослідження показників флоральної системи в умовах антропогенного навантаження має суттєвий інтерес для оцінки стійкості фітоценозів, розташованих на техногенно забруднених територіях, підбору асортименту рослин, перспективних в озелененні промислових майданчиків [3; 8].

Мета даної роботи – оцінити вплив викидів Придніпровської ТЕС м. Дніпропетровськ на морфобіометричні та цитогенетичні показники флоральної сфери деревних рослин роду *Tilia*.

**Об'єкти та методи дослідження.** Об'єкти дослідження – липа широколиста (*Tilia platyphyllos* Scop.), липа європейська (*T. europaea* L.), липа дрібнолиста (*T. cordata* Mill.).

Проби відбирали в червні–липні 2015 р. у двох моніторингових точках: дослідна ділянка – деревні насадження, що прилягають до Придніпровської ТЕС м. Дніпропетровськ; контрольна ділянка – територія Ботанічного саду Дніпропетровського національного університету ім. О. Гончара, де за даними міської санітарно-епідеміологічної концентрації забруднюючих речовин не перевищують ГДК.

Проби суцвіть відбирали з декількох модельних дерев, гілок одного порядку галузження, з південно-східного боку крони. Дослідження морфобіометричних показників цвітіння проводили за загальноприйнятими методиками. Фертильність пилку оцінювали йодним методом за З. П. Паушевою [13]. Для цього зрілі пиляки виймали з бутонів, на предметному склі змочували йодним розчином і готували тимчасові давлені препарати. Фертильними вважали пилкові зерна із зернистою цитоплазмою, повністю забарвлені в темно-фіолетовий колір за раху-

нок реакції йоду з крохмалем, стерильними – забарвлені частково та зовсім незабарвлені. Переглядали до 1 тис. пилкових зерен у випадкових полях зору. Насиченість препарату була високою. Розміри пилкових зерен вимірювали за допомогою окуляр-мікрометра із збільшенням 7 x 90. Результати експерименту опрацьовані статистично з використанням пакета прикладних програм Statgrafics.

**Результати та їх обговорення.** У представників роду *Tilia*, які зростали у фітоценозі, що зазнає хронічного впливу викидів ТЕС, встановлено зниження значень показників, що характеризують інтенсивність цвітіння. Як видно з табл. 1, кількість суцвіть на модельній гілці у дерев дослідної ділянки зменшується відносно контролю у всіх досліджених об'єктів. Найбільш суттєво цей параметр за умов техногенного впливу знижується у *T. platyphyllos* (на 18,0 % порівняно з контролем), меншою мірою – в *T. europaea* та *T. cordata* (на 9,8 % та 15,7 % відповідно). Кількість квіток у суцвіттах досліджуваних порід також в умовах промислового майданчика достовірно знижується порівняно з контрольною ділянкою. Однак за цим показником найбільшу вразливість до забруднення виявляє *T. cordata*. Вважаємо, що зменшення кількості суцвіть та числа квіток у них, встановлене даним дослідженням у представників роду *Tilia* в техногенному середовищі зростання, є свідченням пригнічення процесів детермінації суцвіть і закладання в них метамерів на ранніх етапах флорального онтогенезу. Наслідком є зниження загальної інтенсивності цвітіння, яку визначали як сумарну кількість квіток на модельній гілці. Серед досліджених об'єктів цей параметр за впливу викидів Придніпровської ТЕС найбільшою мірою знижується в *T. cordata* (на 28,4 % порівняно з контролем), менш суттєво – в *T. europaea* та *T. platyphyllos* (табл. 1).

Таблиця 1

**Вплив викидів Придніпровської ТЕС м. Дніпропетровськ  
на інтенсивність цвітіння представників роду *Tilia***

Вид	Контрольна ділянка	Дослідна ділянка	% до контролю	t
Кількість суцвіть на модельній гілці, шт.				
<i>T. platyphyllos</i>	27,2 ± 0,41	22,3 ± 0,36	82,0	8,97
<i>T. europaea</i>	25,4 ± 0,34	22,9 ± 0,29	90,2	5,61
<i>T. cordata</i>	48,5 ± 0,58	40,9 ± 0,64	84,3	8,92
Кількість квіток у суцвітті, шт.				
<i>T. platyphyllos</i>	3,85 ± 0,08	3,32 ± 0,06	86,2	5,3
<i>T. europaea</i>	5,24 ± 0,11	4,39 ± 0,14	83,8	4,78
<i>T. cordata</i>	8,02 ± 0,26	6,36 ± 0,17	79,3	5,35
Кількість квіток на модельній гілці, шт.				
<i>T. platyphyllos</i>	109,2 ± 3,06	81,7 ± 2,40	74,8	7,07
<i>T. europaea</i>	128,6 ± 3,12	104,5 ± 3,07	81,3	5,51
<i>T. cordata</i>	363,5 ± 9,14	260,3 ± 6,83	71,6	9,04

У дослідженні флорального морфогенезу в умовах промислового забруднення суттєве значення має визначення показника фертильності пилку, адже від нього залежить успішність процесів запилення та запліднення. Дані про рівень стерильності пилкових зерен також є важливим джерелом інформації в моніторингу стану довкілля внаслідок високої чутливості чоловічої генеративної сфери рослин до несприятливих чинників [1; 2; 6; 12]. Одержані результати свідчать, що фертильність пилкових зерен у дерев, які зазнавали хронічного впливу викидів Придніпровської ТЕС, нижча ніж у рослин контрольної ділянки. Слід зазначити, що досліджені види за даним показником проявляють різну чутливість до техногенних емісій. Найбільш суттєво фертильність пилку в умовах забруднення знижується в *T. cordata* (з 98,3 % у контролі до 76,9 % на дослідній ділянці), меншою мірою – в *T. platyphyllos* (з 93,6 % до 88,0 % відповідно). Для *T. europaea* відмін-

ність даного параметра в дерев контрольної й дослідної ділянок є недостовірною за  $P < 0,05$  (табл. 2).

Таблиця 2

**Вплив викидів Придніпровської ТЕС м. Дніпропетровськ на фертильність пилку та розміри пилкових зерен у представників роду *Tilia***

Вид	Контрольна ділянка	Дослідна ділянка	% до контролю	t
Фертильність пилку, %				
<i>T. platyphyllos</i>	93,6 ± 0,86	88,0 ± 0,72	94,0	5,0
<i>T. europaea</i>	96,6 ± 0,97	94,1 ± 0,89	97,4	1,89
<i>T. cordata</i>	98,3 ± 1,04	76,9 ± 0,90	78,2	15,5
Довжина пилкового зерна, мкм				
<i>T. platyphyllos</i>	36,2 ± 0,32	35,8 ± 0,28	98,9	0,95
<i>T. europaea</i>	35,4 ± 0,29	34,6 ± 0,32	97,7	1,85
<i>T. cordata</i>	31,0 ± 0,31	29,6 ± 0,26	95,4	3,46

Порівняння даних, що характеризують розміри пилку лип в умовах промислового майданчика та в контрольній ділянці, свідчить, що цей параметр у досліджених об'єктах проявляє найбільшу стабільність у техногенному середовищі. Так, довжина пилкових зерен за дії емісій Придніпровської ТЕС у *T. cordata* несуттєво зменшується відносно контролю (на 4,7 %), у двох інших видів (*T. platyphyllos* і *T. europaea*) відмінність між контрольною та дослідною ділянками за даним показником статистично недостовірна (табл. 2).

**Висновки.** Дані, одержані при дослідженні хронічного впливу викидів Придніпровської ТЕС м. Дніпропетровськ на деревні насадження, свідчать про пригнічення процесів евокації цвітіння та флорального морфогенезу в представників роду *Tilia*. Однак чутливість генеративної системи досліджуваних об'єктів до техногенного забруднення різниться залежно від виду: суттєву вразливість показала флоральна сфера *T. cordata*, відносно толерантність – *T. europaea* й *T. platyphyllos*.

У всіх вивчених представників роду *Tilia* в умовах дії промислових викидів встановлено зниження інтенсивності цвітіння (зменшення кількості суцвіть, числа квіток у них та загальної кількості квіток на модельній гілці), найбільш суттєво – у *T. cordata*.

За дії на рослини токсичних техногенних емісій у двох досліджених видів (*T. cordata* та *T. platyphyllos*) виявлено зниження фертильності пилкових зерен, більшою мірою – у *T. cordata*. Розміри пилку – показник, який у всіх об'єктів виявив стабільність в умовах забрудненого середовища.

Встановлене даним дослідженням зменшення інтенсивності цвітіння та зниження фертильності пилку у вивчених видів роду *Tilia* за умов техногенного навантаження може негативно позначатися на репродуктивній спроможності дерев. Окрім цього, зменшення кількості суцвіть, квіток, а отже – і плодів може погіршувати естетичні якості лип.

Характеристики флоральної системи, які суттєво змінюються за дії викидів ТЕС – інтенсивність цвітіння, фертильність пилку, – рекомендуємо використовувати як чутливі тест-параметри в моніторингу стану доквілля. Інформативним об'єктом за ними є *T. cordata*.

Види, які за показниками флоральної сфери виявили певну толерантність до техногенних емісій (*T. europaea*, *T. platyphyllos*), ми вважаємо, після врахування їх чутливості до антропогенного забруднення за іншими характеристиками росту й розвитку, можуть бути рекомендовані для застосування в озелененні промислових майданчиків в умовах степового Придніпров'я.

## Бібліографічні посилання

1. Бессонова В. П. Состояние пыльцы как показатель загрязнения среды тяжелыми металлами / В. П. Бессонова // Экология. – 1992. – № 4. – С. 45–50.
2. Бессонова В. П. Использование цитогенетических критериев для оценки мутагенности промышленных поллютантов / В. П. Бессонова, Т. И. Юсыпова, З. В. Грицай // Цитология и генетика. – 1996. – Т. 30, № 5. – С. 70–76.
3. Бессонова В. П. Семенное возобновление древесных растений и промышленные поллютанты (SO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub>) / В. П. Бессонова, Т. И. Юсыпова. – Запорожье : Изд-во Запорож. гос. ун-та, 2001. – 193 с.
4. Бессонова В. П. Оцінка функціонального стану деревних рослин урбафітоценозу за змінами вуглеводного обміну / В. П. Бессонова // Матеріали другої міжнар. наук.-практ. конф. «Рослини та урбанізація», Дніпропетровськ, 29–30 листопада 2011. – С. 48–52.
5. Булах П. Е. Фенологические критерии устойчивости и интродукции растений / П. Е. Булах // Интродукция растений. – 2005. – №4. – С. 9–19.
6. Гороява А. И. Цитогенетическая оценка мутагенного фона в промышленном Приднепровье / А. И. Гороява, В. М. Дигурко, Т. В. Скворцова // Цитология и генетика. – 1995. – №6. – С. 16–22.
7. Грицай З. В. Насіннева продуктивність деревних рослин в умовах забруднення доквілля викидами металургійного підприємства / З. В. Грицай, О. Г. Денисенко // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. – Сер. Біол. Екол. – 2011. – Вип. 19. – Т. 2. – С. 40–44.
8. Грицай З. В. Характеристики цвітіння деревних рослин в умовах металургійного підприємства / З. В. Грицай // Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова». – 2012. – Т. 14. – С. 547–550.
9. Гришко В. М. Вплив забруднення на формування генеративної сфери деяких видів роду *Penstemon schmidel* в умовах промислового майданчика гірничо-збагачувального підприємства / В. М. Гришко, Н. В. Машталер // Интродукция растений. – 2009. – №1. – С. 73 – 79.
10. Илькун Г. М. Загрязнители атмосферы и растения / Г. М. Илькун. – К. : Наук. думка, 1978. – 274 с.
11. Капелюш Н. В. Вплив інгредієнтів промислових викидів на характеристики плодів і насіння *Platanus orientalis* L. / Н. В. Капелюш // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя : ЗДУ, 2005. – Вип. 9. – №2. – С. 119–127.
12. Лазарева О. В. Методические аспекты анализа функциональных особенностей пыльцы в целях палиноиндикации [Електронний ресурс] / О. В. Лазарева. – Режим доступу: [http://igkr.ru/assets/publication/Geologia-i-pol-isk/Vypusk 152012 – P. 165–167. pdf](http://igkr.ru/assets/publication/Geologia-i-pol-isk/Vypusk%20152012-%20P.165-167.pdf).
13. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. – М. : Агропромиздат, 1988. – С. 208–215.
14. Смит У. Х. Лес и атмосфера / У. Х. Смит. – М. : Прогресс, 1985. – 429 с.
15. Karnoski D. F. The effects of SO<sub>2</sub> on in vitro forest tree pollen germination and tube elongation / D.F. Karnoski, G.R. Stairs // Journal of Envir. Quality. – 1974. – №3. – P. 406–409.
16. Iusipiva T. I. Technogenic impact on physiological and cytogenic indices of reproductive organs of *Tilia* genus representatives / Iusipiva T. I., Korostylova T. S. Visnyk of Dnipropetr. Univ. Ser. Biol. Ecol., 2015. 23(1), 10 – 14 (in Ukrainian).

Надійшла до редколегії 14.09.2015