

АНАЛІЗ СТЕРИЛЬНОСТІ ПИЛКУ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН В УМОВАХ МІСТА КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКИЙ

І. Д. ГРИГОРЧУК, О. М. ОПТАСЮК

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Україна, 32300, м. Кам'янець-Подільський, вул. Огієнка, 61
e-mail: physioplants@gmail.com

Проведено аналіз стерильності пилку деревних рослин в різних екологічних умовах м. Кам'янець-Подільського. Матеріалом для дослідження був пилко *Aesculus hippocastanum* L. та *Tilia cordata* Mill. Взяття матеріалу здійснено у різних точках м. Кам'янець-Подільського, що характеризуються різною інтенсивністю руху транспорту та близькістю до потужних підприємств: точка 1 – район Ботанічного саду (умовний контроль), 2 – проспект Грушевського (поблизу мосту «Лань, що біжить»); 3 – вул. Ценського (поблизу ДП ВАТ «Кам'янець-Подільський цукровий завод»); 4 – пров. Котовського (район ПАТ «Подільський цемент»), 5 – сквер «Парк Васильєва», що поблизу вул. Нігинське шосе. Точка 2 та точка 5 характеризується більшою інтенсивністю руху автотранспорту (1026 та 822 одиниці за годину відповідно), ніж точка 3 та 4 (547 та 753 одиниці). Окрім того, пров. Котовського знаходиться поблизу одного з найбільших забруднювачів міста та області – ПАТ «Подільський цемент». Стерильність пилок зерен визначали йодним методом на тимчасових давлених препаратах. Розраховували рівень стерильності, коефіцієнт стерильності та чутливості пилку. Встановлено, що найбільший відсоток стерильності пилку *A. hippocastanum*, відмічали в точці 2 та 4 – 6,5 % і 7,3 % відповідно. Ці райони дослідження характеризуються високою інтенсивністю руху автотранспорту (точка 2) та локалізацією поблизу ПАТ «Подільський цемент» (точка 4). Рівень стерильності пилок зерен *T. cordata* в різних умовах міста має схожий характер змін: найбільша кількість стерильного пилку виявлена в точках 2 та 4. При цьому відсоток стерильності пилку у *T. cordata* був більшим, ніж у *A. hippocastanum*. З'ясовано, що коефіцієнт стерильності пилку як *A. hippocastanum*, так і *T. cordata* збільшувався зі зміною умов зростання, порівняно з контролем, і був найбільшим у точці 2 та точці 4. Коефіцієнт чутливості пилку у досліджуваних видів зі зміною умов зростання зменшувався: у 2,4 рази в *A. hippocastanum* в усіх точках дослідження, та в 3,9 та 3,7 разів у точці 2 та 4 відповідно в *T. cordata*, порівняно з контролем. Зроблено висновок, що у зонах інтенсивного руху транспорту та розміщення потужних підприємств м. Кам'янець-Подільського, спостерігається збільшення стерильності пилок зерен досліджуваних видів. При цьому більш чутливим до дії негативних факторів є *T. cordata*, пилко якої може бути використаний в екологічному моніторингу в якості індикатора до палінотоксичної дії різних екоотоксикантів, в тому числі викидів автотранспорту.

Ключові слова: пилко, стерильність, *Aesculus hippocastanum* L., *Tilia cordata* Mill., антропогенні чинники, Кам'янець-Подільський.

Вступ. Проблеми екології та охорони навколишнього середовища мають глобальний характер і набувають чимраз більшої гостроти в світі (Матяшук та ін., 2014). Однією з причин збільшення антропогенного пресу на довкілля є урбанізація (Миленька, 2009; Вишневецька, Сом, 2001). Міське середовище внаслідок високої концентрації населення та виробництв піддається різноманітним екологічним впливам, які чинять негативну дію на довкілля (Парпан, Миленька, 2010; Гончаренко, Ганущак, 2012). Управління якістю навколишнього середовища вимагає пошуку адекватної оцінки екологічного стану територій. Тому актуальним є вдосконалення існуючої системи моніторингу довкілля та розробка нових алгоритмів оцінювання антропогенної трансформації екосистем (Парпан, Миленька, 2010).

Важливе значення у формуванні адаптивних реакцій рослин має можливість реалізувати свою репродуктивну функцію (Гришко, Комарова, 2016). Репродуктивна система є однією з найбільш чутливих в живому організмі, тому органи розмноження рослин можуть використовуватися в біомоніторингових дослідженнях (Ібрагімова, 2006, 2010; Колесніченко та ін., 2010; Морозова, 2015; Матяшук, 2014). За дії промислових поллютантів відбуваються порушення морфогенезу пилку, зміни його окремих фізіолого-біохімічних характеристик, підвищення абортивності та зниження життєздатності, що виявляється в зменшенні інтенсивності проростання та пригніченні росту пилок трубок (Бессонова та ін., 2013; Ковтун-Водяницька, 2011; Мельник, Морозова, 2006; Швець, 2011).

На сьогодні опубліковано багато даних про вплив промислового забруднення атмосфери та ґрунту на генеративну сферу квіткових рослин. У більшості досліджень вказується про збільшення стерильності пилку дерев в несприятливих екологічних умовах (Гончаренко, 2012; Ібрагімова, 2010; Миленька, 2009; Швець, 2011). Так, В. М. Гришко та І. О. Комарова виявили залежність між рівнем атмосферного забруднення та кількістю стерильного пилку *Taraxacum officinale* F. H. Wigg в умовах Кривого Рогу (Гришко, Комарова, 2016). Р. К. Матяшук з колегами встановили значний негативний вплив екзогенних факторів довкілля на якість та біометричні показники пилку *Robinia viscosa* Vent. в урбоекосистемах з різним рівнем антропогенного навантаження (Матяшук та ін., 2014). Е. Е. Ібрагімова встановила збільшення показників стерильності чоловічого гаметофіту у видів *Salix babylonica* L., *Castanea sativa* Mill., *Acer platanoides* L. та *Juglans regia* L., що зростали вздовж автостради з інтенсивним рухом автотранспорту (Ібрагімова, 2010). Однак, у деяких видів, наприклад, родини *Pinaceae* Lindl. у зонах гострої пошкоджувальної дії емісій окремих підприємств не спостерігали суттєвих змін стерильності і життєздатності пилку (Макогон, Коршиков, 2010). Тому при аналізі чоловічого гаметофіту в урбоекосистемах та подальшої оцінки отриманих результатів, потрібно ретельно обирати об'єкти та враховувати індивідуальну реакцію їх репродуктивної сфери на вплив різних поллютантів на різних за антропогенним пресом територіях (Макогон, Коршиков, 2010; Лаптева, 2016).

В урбанізованих екосистемах на долю автотранспорту приходить 70–80% забруднення, у результаті чого транспорт є головним джерелом забруднення атмосфери і міських ґрунтів важкими металами (Ібрагімова, 2010).

У зв'язку з цим метою нашої роботи є аналіз стерильності пилку деревних рослин в різних умовах м. Кам'янця-Подільського, що відрізняються інтенсивністю руху автотранспорту.

Матеріали та методи. Матеріалом для дослідження був пилок квітів гіркокаштану звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) та липи сердцелистої (*Tilia cordata* Mill.). Взяття матеріалу здійснено у різних точках м. Кам'янця-Подільського: точка 1 – район Ботанічного саду, 2 – проспект Грушевського (поблизу мосту «Лань, що біжить»); 3 – вулиця Ценського (поблизу ДП ВАТ «Кам'янець-Подільський цукровий завод»); 4 – провулок Котовського (район ПАТ «Подільський цемент»), 5 – сквер «Парк

Васильєва», що поблизу вулиці Нігинське шосе. Ботанічний сад знаходиться на значній відстані від автошляхів з інтенсивним рухом та потужних підприємств, тому дану територію прийняли умовно контрольною. Більшою інтенсивністю руху автотранспорту характеризувалися проспект Грушевського та вулиця Нігинське шосе – 1026 та 822 одиниць за годину відповідно, а меншою інтенсивністю – вулиця Котовського та Ценського – 753 та 547 одиниць.

Взяття зразків пилку проводили в період масового цвітіння з однорічних пагонів дерев. Стерильність пилкових зерен визначали йодним методом на тимчасових давлених препаратах (Паушева, 1988). Препарати вивчали та фотографували за допомогою мікроскопа Bresser Trino Researcher. Мінімальна вибірка у варіанті становила 1000 пилкових зерен.

Рівень стерильності пилку визначали за формулою:

$$M = \frac{G}{N} \times 100 \%$$

де: M – рівень стерильності пилку (%); G – кількість стерильних пилкових зерен; N – кількість досліджених пилкових зерен.

Коефіцієнт стерильності, який визначає у скільки разів частота індукованого рівня стерильності перевищує рівень спонтанної стерильності в контролі, розраховували за формулою:

$$K_{сп} = \frac{C_{рд}}{C_{к}}$$

де: K_{сп} – коефіцієнт стерильності пилку; C_{рд} – стерильність пилку в районі дослідження; C_к – стерильність пилку на контрольній території (Швець, 2011).

Коефіцієнт чутливості органів чоловічої репродукції до техногенного забруднення визначали за формулою:

$$K_{чп} = \frac{\Phi}{C}$$

де: K_{чп} – коефіцієнт чутливості органів чоловічої репродукції; Φ – фертильні пилкові зерна, C – стерильні пилкові зерна.

Статистичну обробку даних проводили з використанням пакета прикладних програм «Microsoft Excel 2000».

Результати та їх обговорення. Реакція генеративних чи вегетативних органів різних видів рослин на вплив певних факторів може суттєво відрізнятися, тому дослідження проводили на двох найбільш поширених у вуличних насадженнях міста видах.

У результаті дослідження було встановлено, що рівень стерильності пилкових зерен обох видів в різних умовах урбоекосистеми відрізняється (табл. 1). Так, найбільший відсоток стерильності

пилку *A. hippocastanum*, відмічали в точці 2 та 4 – 6,5 % і 7,3 % відповідно, що достовірно відрізняється від контролю. Ці райони дослідження характеризуються високою інтенсивністю руху автотранспорту (точка 2) та локалізацією поблизу ПАТ «Подільський цемент» (точка 4). ПАТ «Подільський цемент» є найбільшим забруднювачем в Хмельницькій області (приблизно 54 % від загальної кількості викидів). Незважаючи на те, що з 2010 року підприємство перейшло на «сухий» спосіб виробництва цементу, що скоротило витрати палива приблизно у 2 рази, викиди заводу збільшилися, що пов'язано із збільшенням обсягів виробництва. Це негативно позначається на довкіллі, особливо на рослинах, оскільки вони позбавлені мобільності. Збільшення інтенсивності руху транспорту територією міста веде до збільшення автомобільних викидів забруднюючих

речовин, що негативно позначається на довкіллі. Негативний вплив викидів автотранспорту на рослини, відмічали в ряді досліджень. Так, Н. Калинович показала, що в умовах забруднення міського середовища хімічними викидами двигунів автотранспорту суттєво підвищується відсоток стерильного пилку в рослин *Acer platanoides* L. і *A. pseudoplatanus* L., які зростають біля автомагістралей (Калинович, 2001). Е. Е. Ібрагімова встановила, що викиди автотранспорту впливають на чоловічу репродуктивну систему *Juglans regia* L., що виявляється в підвищеній продукції стерильних пилкових зерен (Ібрагімова, 2010). Нами з'ясовано, що рівень стерильності пилкових зерен *T. cordata* в різних умовах міста має схожий характер змін: найбільша кількість стерильного пилку виявлена в точках 2 та 4. При цьому відсоток стерильності пилку у *T. cordata* був більшим, ніж у *A. hippocastanum* (табл. 1).

Таблиця 1.
Рівень стерильності пилкових зерен
досліджуваних видів в різних умовах м. Кам'янець-
Подільського, $M \pm m$, %

Точка дослідження	Рівень стерильності пилкових зерен <i>Aesculus hippocastanum</i> L.	Рівень стерильності пилкових зерен <i>Tilia cordata</i> Mill.
Точка 1 (район Ботанічного саду) – контроль	2,8±0,1	3,5±0,2
Точка 2 проспект Грушевського (поблизу мосту «Лань, що біжить»)	6,5±0,3*	12,5±0,6*
Точка 3 вул. Ценського (поблизу ДП ВАТ «Кам'янець-Подільський цукровий завод»)	4,8±0,2*	7,5±0,4*
Точка 4 пров. Котовського (поблизу ПАТ «Подільський цемент»)	7,3±0,4*	12±0,6*
Точка 5 сквер «Парк Васильєва», що поблизу вул. Нігинське шосе	6,2±0,3*	7,6±0,4*

* – вірогідна відмінність від контролю ($p < 0,05$)

Table 1.
Level of sterility of pollen grains of investigated species
in different conditions of Kamyanets-Podilsky, $M \pm m$, %

* – significant difference regarding the control ($p < 0,05$)

Це вказує на більшу стійкість генеративних органів гіркокаштану звичайного до атмосферного забруднення.

Оскільки відсоток стерильного пилку досліджуваних видів у контрольному варіанті різниться, то для об'єктивного порівняння одержаних результатів доцільно використовувати коефіцієнт стерильності пилкових зерен. Нами з'ясовано, що коефіцієнт стерильності пилку як *A. hippocastanum*, так і *T. cordata* збільшувався зі зміною умов зростання, порівняно з контролем (табл. 2). Як і у випадку величини рівня стерильності, коефіцієнт стерильності пилку у

досліджуваних видів був найбільшим у точці 2 та точці 4 (табл. 2).

Визначення коефіцієнту чутливості пилку у гіркокаштану звичайного показало, що з погіршенням умов існування цей показник зменшився приблизно в 2,4 рази в усіх точках дослідження, порівняно з контролем, а в липи серцелистої – в 3,9 та 3,7 разів у точці 2 та 4 відповідно. В інших районах дослідження коефіцієнт чутливості пилкових зерен *T. cordata* знизився у 2,2 рази, порівняно з контролем (табл. 3).

Таблиця 2.
Коефіцієнт стерильності пилоквізерів *Aesculus hippocastanum* L. та *Tilia cordata* Mill. в різних умовах м. Кам'янець-Подільського, ум. од.

Table 2.
Sterility coefficient of pollen grains of *Aesculus hippocastanum* L. and *Tilia cordata* Mill. in different conditions of Kamyanets-Podilsky, conditional units

Точка дослідження	Коефіцієнт стерильності пилоквізерів <i>Aesculus hippocastanum</i> L.	Коефіцієнт стерильності пилоквізерів <i>Tilia cordata</i> Mill.
Точка 1 (район Ботанічного саду) – контроль	1	1
Точка 2 проспект Грушевського (поблизу мосту «Лань, що біжить»)	2,3	3,6
Точка 3 вул. Ценського (поблизу ДП ВАТ «Кам'янець-Подільський цукровий завод»)	1,7	2,1
Точка 4 пров. Котовського (поблизу ПАТ «Подільський цемент»)	2,6	3,4
Точка 5 сквер «Парк Васильєва», що поблизу вул. Нігинське шосе	2,2	2,2

Таблиця 3.
Коефіцієнт чутливості пилоквізерів *Aesculus hippocastanum* L. та *Tilia cordata* Mill. в різних умовах м. Кам'янець-Подільського, ум. од.

Table 3.
Sensitivity of pollen grains of *Aesculus hippocastanum* L. and *Tilia cordata* Mill. in various conditions of the city of Kamyanets-Podilsky, conditional units

Точка дослідження	Коефіцієнт чутливості пилоквізерів <i>Aesculus hippocastanum</i> L.	Коефіцієнт чутливості пилоквізерів <i>Tilia cordata</i> Mill.
Точка 1 (район Ботанічного саду) – контроль	36	27,3
Точка 2 проспект Грушевського (поблизу мосту «Лань, що біжить»)	14,4	7
Точка 3 вул. Ценського (поблизу ДП ВАТ «Кам'янець-Подільський цукровий завод»)	16,3	12,3
Точка 4 пров. Котовського (поблизу ПАТ «Подільський цемент»)	15	7,3
Точка 5 сквер «Парк Васильєва», що поблизу вул. Нігинське шосе	15,2	12,2

Подібну тенденцію було встановлено Е. Е. Ібрагімовою у клена гостролистого, каштану їстівного, горіха грецького та верби плакучої (Ібрагімова, 2010), Л. С. Швець у яблуні лісової за дії впливу антропогенних чинників (Швець, 2011). Отриманий результат може свідчити про вибіркочувствителів генеративних органів досліджуваних видів до рівня забруднення довкілля. Отже, співставлення отриманих величин (рівня стерильності, коефіцієнту стерильності та чутливості) у досліджуваних видів деревних рослин свідчить про те, що більш чутливим до забруднення середовища є пилок ліпи серцелистої.

Висновки. Результати проведеного дослідження свідчать про те, що у зонах інтенсивного руху транспорту та розміщення потужних підприємств м. Кам'янець-Подільського, спостерігається збільшення стерильності пилоквізерів досліджуваних видів. При цьому більш чутливим до дії негативних факторів є *Tilia cordata*, пилок якої може бути використаний в екологічному моніторингу в якості індикатора до палінотоксичної дії різних екотоксикантів, в тому числі викидів автотранспорту.

Список літератури:

1. Бессонова В. П., Бессонов Є. П., Зверковський В. М. Оцінка стану пилку деревних рослин в

- урбатехногенній екосистемі // Питання біоіндикації та екології. – 2013. – 18 (1). – С. 1–15.
2. Вишенська І. Г., Сом О. В. Біоіндикація територій методом аналізу стерильності пилку // Наукові записки. Біологія та екологія. – 2001. – Т. 19. – С. 74–76.
 3. Гончаренко Г. Є., Ганушак Ю. Ю. Аналіз індикаційних властивостей деревних рослин в міських екосистемах // Екологічний шлях у майбутнє : матер. Всеукр. наук.-практ. конф. (Умань, 29-30 березня, 2012) / Мін-во освіти і науки, молоді та спорту України, Уманський державний педагогічний університет та ін. – К. : Наук. світ, 2012. – С. 118–120.
 4. Гришко В. М., Комарова І. О. Біоіндикація атмосферного забруднення за реакцією пилкових зерен *Taraxacum officinale* F. H. Wigg (на прикладі м. Кривий Пир) // Scientific Journal «ScienceRise». Біологічні науки. – 2016. – №5/1 (22). – С. 15–20.
 5. Ибрагимова Э. Э. Антропогенные фитоценозы в условиях экологического стресса // Ученые записки Таврического национального ун-та им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19, № 4. – С. 92–98.
 6. Ибрагимова Э. Э. Оценка последствий аэротехногенного загрязнения окружающей среды выбросами автомобильного транспорта по их гаметоцидному влиянию на высшие растения // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2010. – Вып. 2. – С. 192–199.
 7. Ибрагимова Е. Е. Оцінка палінотоксичного впливу викидів автотранспорту з використанням пилка *Juglans regia* L. // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. Выпуск 22. Биологические науки. – Симферополь : НИЦ КИПУ, 2010. – С. 26–30.
 8. Калинович Н. Біоіндикаційні властивості пилку *Acer platanoides* L. та *Acer pseudoplatanus* L. // Праці наукового товариства ім. Шевченка. Екологічний збірник. – 2001. – Т. 7. – С. 249–252.
 9. Ковтун-Водяницька С. М. Спосіб проведення експерименту з визначення якості пилкових зерен видів роду *Nepeta* L. // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2011. – № 1 (11). – С. 235–241.
 10. Колесніченко О., Григорюк І., Грисюк С., Ніколайчук В. Формування та розвиток чоловічого гаметофіта каштана їстівного (*Castanea sativa* Mill.) в природних умовах // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія. – 2010. – Випуск 28. – С. 66–68.
 11. Лаптева Е. В. Влияние техногенно загрязненной среды Криворожья на качество пыльцы *Pinus sylvestris* L. и *P. pallasiana* D. Don // Науковий вісник НЛТУ України. – 2016. – Вип. 26.5. – С. 204–209.
 12. Макогон І. В., Коршиков І. І. Якість пилку та насіннева продуктивність *Picea pungens* Engelm. у зоні викидів металургійних підприємств Донбасу // Укр. ботан. журн. – 2010. – 67 (5). – С. 736–745.
 13. Матяшук Р. К., Конякін С. М., Прокопук Ю. С., Ткаченко І. В. Оцінка стану пилку *Robinia viscosa* Vent. в урбоекосистемах України // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія / редкол.: М. М. Барна, К. С. Волков, В. В. Грубінко [та ін.]. – Тернопіль : ТНПУ, 2014. – Вип. 2 (59). – С. 14–18.
 14. Матяшук Р. К., Мазура М. Ю., Ткаченко І. В. Стан пилку канни в умовах урбанізованих територій // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія біологія. – 2014. – Вип. 3 (33). – С. 43–51.
 15. Миленка М. М. Життєздатність пилку деревних рослин як критерій якості навколишнього середовища // Екологія та ноосферологія. – 2009. – Т. 20, № 1–2. – С. 181–187.
 16. Мельник Н. М., Морозова Т. В. Стан пилку деревних рослин у промислових зонах міста Чернівці // Тематична збірка ІЕК НАН України. – 2006. – Вип. 7. – С. 54–60.
 17. Морозова Т. В. Скрининг палинотоксического эффекта выбросов автотранспорта // Экологический мониторинг и биоразнообразие. – 2015. – № 3 (10). – С. 24–30.
 18. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – М. : Агропромиздат, 1988. – 271 с.
 19. Парпан В. І., Миленка М. М. Методологічні аспекти оцінки екологічного стану урбанізованих і техногенно змінених територій // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2010. – Вип. 18, Т. 2. – С. 61–68.
 20. Швець Л. С. Біоіндикація інтенсивності забруднення доквілля за показниками фертильності пилкових зерен різних рослин // Досягнення біології та медицини. – 2011. – № 1 (17). – С. 41–44.
- References:**
1. Bessonova VP, Bessonov Ye P, Zverkovskiy VM. Assessment of pollen of woody plants in the urban-ecological system. *Bioindication and ecology questions*. 2013; 18 (1): 1–15 (in Ukrainian).
 2. Vyshenska IH, Som OV. Bioindication of territories by the method of analysis of pollen sterility. *Scientific notes. Biology and ecology*. 2001; 19: 74–76 (in Ukrainian).
 3. Honcharenko NYe, Hanushchak YuYu. An analysis of the indicative properties of woody plants in urban ecosystems University and others. K.: Science. World; 2012: 118–120 (in Ukrainian).
 4. Hryshko VM, Komarova IO. Bioindication of atmospheric pollution by the reaction of pollen grains *Taraxacum officinale* F. H. Wigg (for example, Kryviy Rih. *Scientific Journal «ScienceRise». Biological sciences*. 2016; 5/1 (22): 15–20 (in Ukrainian).
 5. Ibragimova JeJe. Anthropogenic phytocenoses in conditions of ecological stress. *Scientific notes of the Tauride National University. V.I. Vernadsky. Series «Biology, Chemistry»*. 2006; 19 (4) 92–98 (in Russian).
 6. Ibragimova JeJe. Assessment of the effects of aerotechnogenic pollution of the environment by emissions from road transport by their gametocidal effect on higher plants. *Ecosystems, their optimization and protection*. 2010; 2: 192–199 (in Russian).
 7. Ibragimova E E. Estimation of the palinotoxic effect of motor vehicle emissions using the *Juglans regia* L.

- pollen. *Biologicheskie nauki. Scientific Notes of the Crimean Engineering and Pedagogical University. Biological sciences*. Simferopol: SIC KIPU. 2010; 22: 26–30 (in Ukrainian).
8. Kalynovych N. Bioindicative properties of pollen *Acer platanoides* L. and *Acer pseudoplatanus* L.. *Proceedings of the scientific society of the name Shevchenko. Ecological collection*. 2001; 7: 249–252 (in Ukrainian).
 9. Kovtun-Vodianytska SM. Method of conducting an experiment on the quality of pollen grains of species *Nepeta* L. *Problems of ecology and nature protection of the technogenic region*. 2011; 1 (11): 235–241 (in Ukrainian).
 10. Kolesnichenko O, Hryhoriuk I, Hrysiuk S, Nikolaichuk V. Formation and development of male gametophyte *Castanea sativa* Mill. in natural conditions. *Scientific herald of Uzhgorod University. Series Biology*. 2010; 28: 66–68 (in Ukrainian).
 11. Lapteva EV. Influence of anthropogenically polluted environment of Krivoy Rog on the quality of pollen from *Pinus sylvestris* L. and *P. pallasiana* D. Don. *Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine*. 2016; 26.5: 204–209 (in Russian).
 12. Makohon IV, Korshykov II. Pollen quality and seed yield *Picea pungens* Engelm. in the emission zone of metallurgical enterprises of the Donbas. *Ukr Botanical Journal*. 2010; 67 (5): 736–745 (in Ukrainian).
 13. Matiashuk RK, Koniakin SM, Prokopuk YuS, Tkachenko IV. Assessment of the condition of the pollen *Robinia viscosa* Vent. in Urboecosystems of Ukraine. *Scientific Notes of Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatyuk. Series Biology*. Ternopil : TNPU, 2014; 2 (59): 14–18 (in Ukrainian).
 14. Matiashuk RK, Mazura MYu., Tkachenko IV. Condition of pollen cannes in the conditions of urbanized territories. *Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series Biology*. 2014; 3 (33): 43–51 (in Ukrainian).
 15. Mylenka MM. The vitality of pollen of woody plants as a criterion for the quality of the environment. *Ecology and Noosphereology*. 2009; 20 (1–2): 181–187 (in Ukrainian).
 16. Melnyk NM, Morozova TV. Condition of pollen of tree plants in industrial zones of Chernivtsi. *Thematic collection of IEC NAS of Ukraine*. 2006; 7: 54–60 (in Ukrainian).
 17. Morozova TV. Screening for the palinotoxic effect of vehicle emissions. *Environmental monitoring and biodiversity*. 2015; 3 (10): 24–30 (in Russian).
 18. Pausheva ZP. Workshop on plant cytology. – Moscow: Agropromizdat; 1988 (in Russian).
 19. Parpan VI, Mylenka MM. Methodological aspects of the assessment of the ecological condition of urbanized and technogenically altered territories. *Bulletin of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology*. 2010; 18 (2): 61–68 (in Ukrainian).
 20. Shvets LS. Bioindication of the intensity of pollution of the environment by the fertility index of pollen grains of different plants. *Achievements of biology and medicine*. 2011; 1 (17): 41–44 (in Ukrainian).

THE ANALYSIS OF STERILITY OF POLLEN OF WOODY PLANTS IN CONDITIONS OF THE CITY OF KAMYANETS-PODILSKY

I. D. Hrigorchuk, O. M. Optasyuk

*The analysis of sterility of pollen of woody plants in different ecological conditions of the city of Kamyanets-Podilsky has been carried out. The material for the study was the pollen of *Aesculus hippocastanum* L. and *Tilia cordata* Mill. The material for the study was collected at various points in the city of Kamyanets-Podilsky, characterized by varying traffic intensity and localization near powerful enterprises: point 1 – the Botanical Garden area (conditional control), 2 – Hrushevsky prospect (near the «Runway Lan» bridge); 3 – Tsensky Street (near the Kamyanets-Podilsky Sugar Plant OJSC); 4 – Kotovsky lane (district of PJSC «Podilsky cement»), 5 – Park «Vasiliev Park», which is near the street of the Nizhyn highway. Point 2 and point 5 are characterized by a higher intensity of traffic (1026 and 822 units per hour, respectively) than points 3 and 4 (547 and 753 units). In addition, Kotovsky lane is near one of the largest polluters of the city and region – PJSC «Podilsky Cement». Sterility of pollen grains were determined by iodine method. Determine the level of sterility, the coefficient of sterility and sensitivity of pollen. It was found that the highest percentage of sterility of the pollen *A. hippocastanum* was noted at the point 2 and 4 - 6.5% and 7.3% respectively. These research areas are characterized by high traffic density (point 2) and localization near PJSC «Podilsky Cement» (point 4). The level of sterility of pollen grains *T. cordata* in different city conditions has a similar pattern of change: the highest number of sterile pollen was detected at points 2 and 4. At the same time, the percentage of sterility of pollen in *T. cordata* was higher than that of *A. hippocastanum*. It was found that the sterility factor of pollen as *A. hippocastanum* and *T. cordata* increased with changes in the conditions of growth, compared with the control, and was the largest at point 2 and point 4. The coefficient of sensitivity of pollen in the studied species with the change in growth conditions decreased: 2,4 times in *A. hippocastanum* at all points of the study, and 3,9 and 3,7 times at points 2 and 4, respectively, in *T. cordata*, as compared with control. It is concluded that in areas of intensive traffic and placement of powerful enterprises of Kamyanets-Podilsky, there is an increase in the sterility of pollen grains of investigated species. Moreover, *T. cordata* is more sensitive to the effects of negative factors. Therefore, *T. cordata* pollen can be used in ecological monitoring as an indicator for the palynotoxic activity of various ecotoxicants, including emissions of transport.*

*Keywords: pollen, sterility, *Aesculus hippocastanum* L., *Tilia cordata* Mill., anthropogenic factors, Kamyanets-Podilsky.*

Отримано редколегією 13.12.2018