

УДК 581.14+581.151:582.584 (477.25+477.63)

СТАН ПИЛКУ КАННИ В УМОВАХ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

© 2014 р. Р. К. Матяшук¹, М. Ю. Мазура², І. В. Ткаченко¹

¹ДУ «Інститут еволюційної екології Національної академії наук України»
(Київ, Україна)

²Криворізький ботанічний сад Національної академії наук України
(Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., Україна)

Встановлена висока чутливість репродуктивної частини канни сортів зарубіжної та вітчизняної селекції до екзогенних чинників середовища. Виявлений інгібуючий вплив полікомпонентних чинників забруднення міських територій на продукування морфологічно нормального пилку канни. Показано, що стан чоловічої генеративної системи сучасних сортів канни можна використовувати для моніторингу та картування територій з різним рівнем забруднення. Відзначена доцільність використання квітково-декоративних рослин для комплексної інтегральної оцінки екологічного стану урботехногенних екосистем.

Ключові слова: сорти *Canna × generalis* Bailey (*Canna hybrida hort.*), пилок, чутливість, забруднення, моніторинг

На сучасному етапі розвитку біосфери забруднюючу дію на її структурно-функціональну організацію та саморегуляцію чинить господарська діяльність людини (Гродзинський та ін., 2001). В останні десятиліття обсяг неконтрольованих викидів забруднюючих речовин антропогенного характеру становить реальну загрозу для екологічного стану навколишнього природного середовища. Представники біоценозів в екосистемах зазнають впливу багатьох стресових чинників природного, антропогенного і техногенного походження, до того ж, роль останніх безперервно зростає (Ібрагімова, 2008). Зараз все актуальнішим стає вивчення комплексного впливу антропогенного забруднення на наколишне середовище з використанням основних компонентів зелених насаджень урбанізованих екосистем (Горова и др., 1999; Пельтихіна, Крохмаль, 2005; Чипиляк, 2005; 2011). Водночас розширюється практика екологічної оцінки стану навколишнього середовища техногенних зон з урахуванням виявлених змін у представників біоценозів, що покладено в основу біоіндикації (Ібрагімова, 2008; Савченко, 2008; Селина, 2010; Калашник, 1997; Горшкова и др., 2012; 2013). Запропоно-

вана для впровадження система екологічних індикаторних показників для оцінки стану навколишнього природного середовища в Україні, яка призначена для комплексної оцінки наслідків природокористування на території країни та окремих адміністративних територіях (Варламов, Палагута, 2013).

Методи біоіндикації та біотестування виявились цілком виправданими через високу чутливість живих організмів і систем їх органів до токсичної дії речовин техногенної природи (Ашихмина и др., 2007). Встановлено, що рівень чутливості рослин до екзогенних чинників середовища вирощування є найвищим на початку росту рослин і пізніше, в період формування гамет, цвітіння, запліднення рослин (Жумашев, 2009; Моргун, 2006; Цаценко, Филипчук, 1997). В останні роки отримані важливі результати з використанням пилку різних видів рослин у фітоіндикації забруднення середовища (Бондарь, Частоколенко, 1990; Бессонова, 1992; Федоров, 1995; Лянгузова, 1999; Третьякова, Носкова, 2004; Ібрагімова, Эмирова, 2006; Ібрагімова, Баличиева, 2007; Ібрагімова, 2008).

Запропонований алгоритм здійснення комплексної інтегральної оцінки екологічного стану урботехногенних екосистем базується на використанні деревних рослин (Парпан, Миленька, 2010) і у затверджених методичних реко-

Адреса для кореспонденції: Матяшук Раїса Костянтинівна, ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України», вул. Акад. Лебедева, 37, Київ, 03143, Україна; e-mail: kbgscience@rambler.ua

ментаціях «Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів» наведений список з понад 100 видів фітоіндикаторів з класифікацією їх за стійкістю пилку до дії несприятливих екологічних факторів (Наказ МОЗ України, 2007). Використання квітково-декоративних рослин, як видів-фітоіндикаторів, за тестом "Стерильність пилку рослин-фітоіндикаторів" в цих обстеженнях також передбачене, але перелік декоративних видів при цьому досить обмежений. Як свідчать раніше проведені дослідження, використання канни, як і інших трав'янистих декоративних рослин, для оцінки стану урбанізованих і техногенно змінених територій цілком можливе (Матяшук, Машталер, 2007; Матяшук та ін., 2010; Матяшук, Белкіна, 2010). Квітково-декоративні культури є одним з найвагоміших компонентів у зеленому будівництві і величезна потреба в них прямо пропорційна рівню близькості рослинних насаджень до місць безпосереднього мешкання та активної діяльності людини (Музичук, Рахметов, 2002). З огляду на важливість збагачення різноманіття квітково-декоративних насаджень, особливо у великих індустріальних регіонах та містах України, були розпочаті дослідження епігенетичної мінливості та адаптаційної здатності окремих видів і сортів роду *Canna* до вирощування в промислово розвинутому регіоні Криворіжжя (Матяшук та ін., 2010; Матяшук, Белкіна, 2010). Дана робота проводилась з метою оцінки чутливості пилку впроваджених в озеленення сортів канни до комплексу екзогенних факторів середовища зростання у різних за рівнем забруднення довкілля містах України (на прикладі Києва та Кривого Рогу).

МЕТОДИКА

Дослідження проводились на сортах канни (*Canna × generalis* Bailey (*Canna hybrida hort.*) – Andenken an Vilgelm Pfitzer, Хамелеон, Suevia, впроваджених в озеленення міських територій Києва (Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України (далі НБС НАН України) і ділянка озеленення на Одеській площі) та Кривого Рогу (колекційний фонд Криворізького ботанічного саду НАН України (далі КБС НАН України). За даними Центральної геофізичної обсерваторії (станом на 1 півріччя 2013 р.), комплексний індекс забруднення атмосферного повітря Кривого Рогу перевищував цей показник у Києві (9,7 і 8,2, відповідно) (Труди ЦГО, 2013).

Враховуючи, що фертильні і стерильні клітини пилку рослин відрізняються за вмістом крохмалю, якість пилку визначали йодним методом (фарбування за Грамом) (Дегтярева, 1979). Фертильні пилкові зерна зафарбовуються в охристо-коричневі кольори різної щільності, а стерильні – майже не фарбуються або зафарбовуються фрагментарно на 20-30%, набуваючи слабкого жовтого кольору. Відбір пилку здійснювали зі зрілих бутонів (на стадії завершення бутонізації) та квітки (на початку цвітіння) і переносили у краплю йодного розчину. Препарат вивчали та фотографували за допомогою мікроскопа Olympus VX-51 (збільшення 8 × 10). Мінімальна вибірка у варіанті становила 500 пилкових зерен (Плохинский, 1970; Дегтярева, 1979). Чутливість пилку використовували для визначення загальної токсичності (або потенційної мутагенності) повітряного басейну за тестом «Стерильність пилку рослин-фітоіндикаторів», що зростають на досліджуваних територіях (Наказ МОЗ України, 2007). При цьому користувалися формулою:

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

де: M – рівень стерильності пилку (%); G – кількість стерильних пилкових зерен; N – кількість досліджених пилкових зерен. Визначали чутливість генеративної сфери канни до рівня забруднення території вирощування за індексом стерильності (IS), який визначає, в скільки разів частота індукованого рівня стерильності перевищує рівень спонтанної стерильності в контролі (Ібрагімова, 2008). Також за показниками фертильності пилку був розрахований палинотоксичний ефект (ПЕ) комплексного забруднення досліджених ділянок за формулою Лозановської та ін. (Лозановская и др., 1998) з модифікаціями (Ібрагімова, 2007):

$$PE = \left(\frac{\Phi_o - \Phi_x}{\Phi_o} \right) \times 100,$$

де: Φ_o – інтенсивний показник величини спонтанної фертильності репродуктивної системи рослин контрольної зони (%), Φ_x – інтенсивний показник величини індукованої фертильності рослин, вирощених в фітотоксичному середовищі.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Максимальне формування морфологічно нормального пилку у представників роду *Canna* L. відбувається до завершення фази бутонізації рослин в умовах своєрідної «вологої камери». З початком цвітіння життєві показники сформованого пилку знижуються (Каталог ..., 1977).

СТАН ПИЛКУ КАННИ

Таблиця 1. Вплив умов середовища вирощування на діаметр пилкових зерен канни, мкм

Дослідні ділянки	Фаза бутонізації				Фаза масового цвітіння			
	Фертильний пилкок		Стерильний пилкок		Фертильний пилкок		Стерильний пилкок	
	M±m	V,%	M±m	V,%	M±m	V,%	M±m	V,%
сорт Andenken an Vilgelm Pfitzer								
Ділянка 1	96,55±1,03	5,72	64,62±1,38	10,93	91,92±1,57	8,71	70,38±1,62	11,7
Ділянка 2	102,3±0,7*	5,92	73,65±0,91*	9,85	93,75±1,17	7,89	76,92±1,01*	9,47
Ділянка 3	100,41±1,01*	7,03	71,2±1,33*	13,19	98,18±1,82*	5,99	77,14±1,69	11,63
сорт Хамелеон								
Ділянка 1	84,0±1,0	5,95	56,67±1,43	12,38	83,88±1,08	9,05	57,2±1,87	16,37
Ділянка 2	79,6±1,56*	10,14	55,4±1,14	12,09	77,78±2,22*	8,57	52,0±2,49	15,17
Ділянка 3	88,03±0,78	7,24	56,15±0,88	11,24	81,38±0,99	9,34	56,2±1,09	14,13
сорт Престиж								
Ділянка 1	93,2±0,92	7,0	71,4±0,86	8,49	85,20±1,17	6,87	73,46±1,10	7,64
Ділянка 2	88,33±0,74*	6,12	57,76±0,79*	9,53	70,3±0,16*	11,7	51,7±0,99*	12,03
Ділянка 3	100,0±0,98*	6,67	70,6±0,83	8,3	97,4±1,06*	7,71	75,4±1,28	12,05
сорт Suevia								
Ділянка 1	83,53±0,92	7,87	66,67±1,61	13,26	79,63±1,55	10,14	63,55±1,36	11,88
Ділянка 2	87,19±0,75	6,92	58,36±0,62*	8,75	73,51±0,91*	7,88	51,73±0,86*	11,94
Ділянка 3	84,69±1,90	12,72	69,4±0,92	9,39	80,8±1,34	12,21	68,36±0,89*	9,66

Примітка. Тут і в табл. 2: ділянка 1 – колекційний фонд ЦБС ім. М.М.Гришка НАН України (м. Київ); ділянка 2 – територія озеленення на Одеській площі (м. Київ); ділянка 3 – колекційний фонд КБС НАН України; * – $t_{st} > 2,5$.

Середній розмір фертильних пилкових зерен видів канни варіює від 50 до 65 мкм, у сучасних сортів у середньому до 95 мкм (Кузьмина, 2012). Розмір пилкових зерен в закритому бутоні, в переважній більшості випадків, перевищує розмір пилку в розкритій квітці канни.

Аналіз біометричних показників пилку досліджених сортів виявив значну зміну розмірів пилкових зерен з розкриттям квітки, залежно від місця вирощування рослин. Мінімальне зменшення діаметра пилку виявлено у сорту Хамелеон – на 1,0-1,8 мкм у рослин з моніторингових ділянок Києва (ділянка 1 – колекційний фонд НБС НАН України, ділянка 2 – озеленення на Одеській площі) (табл. 1). Рослини цього сорту з колекційної ділянки КБС НАН України (ділянка 3) втрачали 6,4 мкм (дещо більше 7% від середнього розміру пилку). Сорт Andenken an Vilgelm Pfitzer, маючи найкрупніший з досліджених сортів пилкок, відрізнявся незначною втратою його розмірів з розкриттям квітки при вирощуванні рослин в колекціях обох ботанічних садів (на 2,2-4,6 мкм). Проте у рослин з примігстральної ділянки Києва (ділянка 2) середній діаметр пилку у розкритій квітці зменшився більш ніж на 8%.

Ще більш чутливим до комплексу факторів на цій дослідній ділянці виявився пилкок сортів, які належать до сортотипу орхідних канн. З розкриттям квітки у сорту Престиж виявлено зменшення середнього діаметра на 18,2 мкм, а у

сорту Suevia – на 13,8 мкм (тобто майже на 21 і 16%, відповідно). Рослини цих сортів, які вирощувались на колекційних ділянках ботанічних садів, відрізнялись меншою втратою розмірів фертильного пилку (4 і 9% у сорту Престиж на 1 і 3 ділянках, відповідно, та на 4% – у сорту Suevia на обох ділянках). Тобто, в цілому простежувався інгібуючий вплив комплексу факторів аерогенного забруднення примігстральної території на морфометричні показники пилку.

Отримані дані свідчать, що сформований пилкок в дозрілому бутоні до розкриття квітки менше зазнає негативного впливу екзогенних чинників. Більш сприятливими для формування фертильного пилку виявились умови колекційних фондів обох ботанічних садів. У сорту Хамелеон з групи Крозі показники фертильності були вищими (93,4 та 85,4% на ділянках 1 і 3, відповідно). Не виявлено відмінності у життєвих показниках пилку у сорту Престиж, який належить до групи орхідних, при вирощуванні рослин на різних дослідних ділянках.

З подальшим розвитком генеративної частини рослин зростає рівень індукованої стерильності, оскільки з розкриттям квітки канни вплив зовнішніх факторів на пилкок посилюється. При цьому відмінність у стійкості сортів до умов середовища вирощування простежувалась чіткіше: найменша втрата фертильності спостерігалася у сорту Престиж, а у пилку сорту Sue-

Таблиця 2. Вплив абіотичних чинників різних територій вирощування на життєві показники чоловічого гаметофіту канни

Дослідні ділянки	Стерильність, %		ІС	ПЕ, %	ЕС10-90
	Б _м	Ц _м			
сорт Andenken an Vilgelm Pfitzer					
Ділянка 1	37,3	41,9	-	-	-
Ділянка 1	56,9	72,1	1,72	51,9	ЕС50-90
Ділянка 2	37,2	76,1	1,82	58,9	ЕС50-90
сорт Хамелеон					
Ділянка 1	6,6	18,6	-	-	-
Ділянка 2	49,0	88,0	4,78	85,3	ЕС50-90
Ділянка 3	14,6	51,5	2,79	40,4	ЕС10-50
сорт Престиж					
Ділянка 1	37,4	38,2	-	-	-
Ділянка 2	35,5	39,1	1,02	1,46	ЕС10
Ділянка 3	37,4	55,0	1,44	27,2	ЕС10-50
сорт Suevia					
Ділянка 1	45,4	60,4	-	-	-
Ділянка 2	60,2	85,4	1,41	63,1	ЕС50-90
Ділянка 3	61,6	91,5	1,51	78,6	ЕС50-90

Примітки: Б_м – фаза масової бутонізації; Ц_м – фаза масового цвітіння рослин; ІС – індекс стерильності; ПЕ – палинотоксичний ефект. Інші позначення, як у табл. 1.

віа виявився найнижчий життєвий потенціал – у розкритій квітці 60-85% пилку було стерильним в рослин з ділянок м. Києва, а у рослин з колекційної ділянки КБС НАН України майже на 92% пилкоз був стерильним (табл. 2). Такий високий рівень стерильності пилку, як сортова особливість, також відзначався іншими авторами і пояснювався складним гібридним походженням та триплоїдністю окремих сортів цієї групи (Шевченко, Теофілова, 1981; Кузьміна, 2012; Khoshoo, Mukherjee, 1970).

У інших сортів зниження фертильності було ще істотнішим. При цьому простежувався негативний вплив комплексу факторів як примагістральної території м. Києва, так і території КБС НАН України, яка розташована в санітарно-захисній зоні гірничо-збагачувального підприємства. На 2 ділянці в цей період стерильність пилку у сорту Andenken an Vilgelm Pfitzer зросла на 26,7%, у сорту Suevia – майже на 42%, у сорту Хамелеон – в 1,8 раза. Ще більше зростання стерильності виявлено у рослин з дослідної ділянки м. Кривого Рогу – на 47-48%, тоді як у сорту Andenken an Vilgelm Pfitzer з розкриттям квітки стерильність зросла більш ніж вдвічі, а в сорту Хамелеон – в 3,5 раза.

Формування генеративної сфери досліджених сортів канни в менш сприятливих умовах вирощування призвело не лише до зниження якості пилку, а й до появи фенотипічних порушень. До основних видів змін морфоструктури пилкових зерен, зокрема абортівних, відно-

сять як зменшення (дегенеративний пилкоз), так і не типово збільшення зерен, а також порушення їх форми (Ібрагімова, 2007). Окрім зростання частки абортівного пилку, відзначалося істотне порушення фенотипу як стерильних, так і фертильних пилкових зерен, особливо сорту Хамелеон, при вирощуванні на примагістральній ділянці озеленення Одеської площі у Києві (ділянка 2). До морфологічно аномального був зарахований і пилкоз з дегенерацією вмісту пилкового зерна (що проявлялось в частковому зафарбовуванні цитоплазми), який спостерігали у рослин цього сорту на колекційній ділянці КБС НАН України (рисунок).

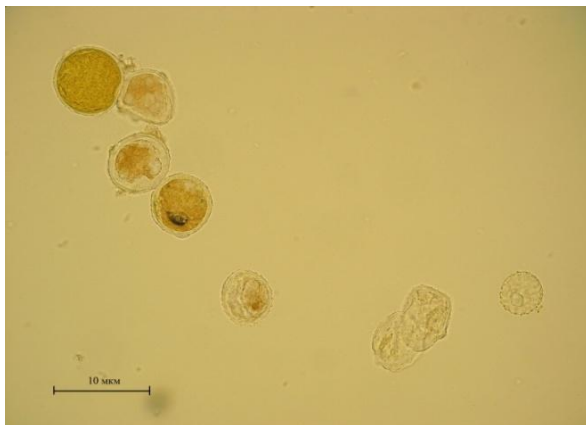
З урахуванням того, що найменша втрата фертильності пилку у всіх досліджених сортів канни була відмічена у рослин з колекційної ділянки КБС НАН України, тобто умови цієї дослідної ділянки були найбільш сприятливими для розвитку генеративної частини канни, в подальших розрахунках ця ділянка була обрана умовним контролем.

Для порівняння ступеня абортівності пилку в умовах забрудненого середовища з більш сприятливими для рослин умовами вирощування в контролі був використаний індекс стерильності (або коефіцієнт стерильності) (Федоров, 1995; Эмирова и др., 2010). Формування пилку досліджених сортів при вирощуванні канни в Кривому Розі (ділянка 3) призвело до більшого інгібування його життєздатності (ІС 1,44-1,82, а у сорту Хамелеон – 2,77), ніж при

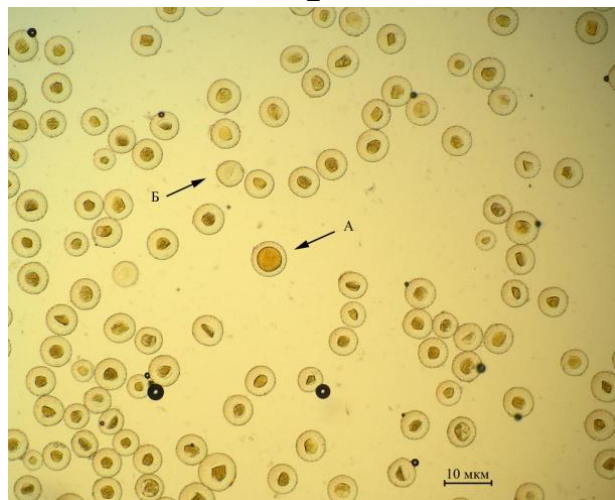
СТАН ПИЛКУ КАННИ



1



2



3

Стан формування пилкових зерен канни сорту Хамелеон на: колекційній ділянці НБС ім. М.М. Гришка НАН України (умовний контроль – 1); дослідній ділянці у м. Київ (2) та дослідній ділянці у м. Кривий Ріг (3).

А – фертильні зерна; Б – стерильні зерна.

виросли у м. Києві (табл. 2). Різниця в інтенсивності комплексного впливу екзогенних чинників на генеративну сферу рослин в м. Києві можливо зумовлена нижчим рівнем аеротехногенного забруднення атмосферного повітря

(за комплексним індексом забруднення). Ембріотоксична дія емісій екотоксикантів більше позначилась на формуванні генеративної сфери окремих сортів. Особливо чутливим виявився сорт Хамелеон, у якого під час цвітіння стерилі-

льність пилку зростає в 2-3 рази порівняно зі станом пилку у закритому бутоні. Коефіцієнт стерильності на період масового цвітіння становив 2,77 у рослин з колекційної ділянки КБС НАН України, а на примігстральній території м. Києва (ділянка 2) – 4,73. Як зазначалось раніше, сорт Suevia за часткою морфологічно нормальних пилкових зерен, визначених за результатами реакції на фарбування Люголем, можна вважати стерильним, тому він для біоіндикаційних досліджень не використовувався.

За нормативними значеннями цитологічних показників біоіндикаторів якості об'єктів довкілля, затвердженими Міністерством охорони здоров'я України (Наказ № 116 від 13.03.2007 р.), досліджені сорти канни належать до середньостійких (показник критичної стерильності в межах 30%) та чутливих (показник КС в межах 40%) біоіндикаторів. Цей висновок узгоджується з розрахунком показників палинотоксичного ефекту (ПЕ, %) за дослідженими варіантами (див. табл. 2). Високопалиноточутливі сорти канни, як Andenken an Vilgelm Pfitzer і Хамелеон, можна використовувати для індикації ступеня аеротехногенного забруднення, а палинотолерантні сорти (як наприклад, Престиж) можна рекомендувати для більш широкого залучення до озеленення урбоєкосистем. Тобто, цілком чітко відстежується, що рослини «відчувають» оточуюче середовище двома шляхами: 1) як джерело енергії і поживних речовин; 2) як середовище локалізації потенційних стресорів (Ібрагімова, 2010).

Палинотоксичний вплив полікомпонентних чинників антропогенного забруднення на репродуктивні органи досліджених сортів канни дав можливість здійснити ранжування цих територій. Згідно з модифікованою Ібрагімовою Е.Е. і Балічієвою Д.В. (Ібрагімова, Балічева, 2007) класифікацією, в період масового цвітіння канни (серпень-вересень) на примігстральній ділянці озеленення Одеської площі у Києві (ділянка 2) вміст токсичних та мутагенних інгредієнтів атмосферних викидів антропогенного походження класифікувався як середньотоксичний (EC_{50}) з наближенням до сублетального (EC_{90}). Дещо нижчий вміст складових аеротехногенного забруднення середовища (ПЕ 40-59%) визначений для дослідної ділянки КБС НАН України, який відповідає середньотоксичному рівню (або наближений до нього).

Таким чином, встановлено що для здійснення комплексної інтегральної оцінки екологічного стану урботехногенних екосистем, згідно із затвердженими методичними рекомен-

даціями «Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів», окрім прийнятого переліку видів-індикаторів, доцільно залучати сорти квітково-декоративних рослин, зокрема, канни. Так, виявлено, що відмінність умов вирощування досліджених сортів канни позначається як на запліднюючій здатності (або зиготичному потенціалі) пилкових зерен, так і на їх біометричних показниках, при цьому простежується специфічна реакція окремих сортів на умови вирощування. Встановлений інгібуючий вплив полікомпонентних чинників забруднення міських територій на продукування морфологічно нормального пилку канни.

Тобто, стан чоловічої генеративної системи сучасних сортів канни можна використовувати для моніторингу індикації та картування територій з різним рівнем забруднення. Зокрема, сорти Andenken an Vilgelm Pfitzer та Хамелеон за показником критичної стерильності пилку відповідають категорії середньостійких та чутливих біоіндикаторів. За станом чоловічого гаметофіту досліджених сортів канни вміст токсичних та мутагенних інгредієнтів атмосферних викидів антропогенного походження на примігстральній ділянці озеленення Одеської площі м. Києва класифікувався як середньотоксичний (EC_{50}) з наближенням до сублетального (EC_{90}). Рівень забруднення території колекційного фонду КБС НАН України середньотоксичний.

ЛІТЕРАТУРА

- Аишхмина Т.Я., Домрачева Л.И., Кондакова Л.В., Огородникова С.Ю., Кочурова Т.И., Кантор Т.Я. Биоиндикация и биотестирование природных сред как основа экологического контроля на территории зоны защитных мероприятий объекта по уничтожению химического оружия // Российский хим. журн. – 2007. – Т. 51, № 2. – С. 59-63.
- Бессонова В.П. Состояние пыльцы как показатель загрязнения среды тяжелыми металлами // Экология. – 1992. – № 4. – С. 45-50.
- Бондарь Л.М., Частоколенко Л.В. Цитогенетический анализ действия антропогенных факторов на природные популяции растений // Генетические последствия загрязнения окружающей среды мутагенными факторами. – Москва-Самарканд, 1990. – С. 52-53.
- Варламов Е.Н., Палагуца О.А. Система экологических индикаторных показателей для оценки состояния окружающей природной среды в Украине // Научн. ведомости Белгород. гос. ун-та. – 2013. – Вып. 24, №7 (160). – С. 188-192.

СТАН ПИЛКУ КАННИ

- Горовая А.И., Дигурко В.М., Скворцова Т.В. Цитогенетическая оценка мутагенного фона в промышленном Приднестровье // Цитология и генетика. – 1995. – Т. 29, № 5. – С. 16-22.
- Горшкова Т.А., Хукаленко Е.С., Павлова Н.Н., Амцова Н.В., Расказова М.М. Анализ изменений состава и структуры лесных растительных ассоциаций в градиенте рекреационной нагрузки // Научн. ведомости Белгород. гос. ун-та. – 2012. – Вып. 18, № 3 (122). – С. 105-114.
- Горшкова Т.А., Макаренко Е.С., Казакова Е.А., Амцова Н.В., Павлова Н.Н., Мартыросян Ю.М. Анализ методов фитоиндикации и фитотестирования антропогенного нарушения среды на примере модельных растительных сообществ // Научн. ведомости Белгород. гос. ун-та. – 2013. – Вып. 22, № 3 (146). – С. 8-13.
- Гродзинський Д.М., Шеляг-Сосонко Ю.Р., Черевченко Т.М. Проблема збереження та відновлення біорізноманіття в Україні. – К., 2001. – 104 с.
- Дегтярева Н.И. Лабораторный и полевой практикум по генетике. – Киев: Вища шк., 1979. – 288 с.
- Эмирова Д.Э., Балчицева Д.В., Ибрагимова Э.Э. Показатель стерильности мужского гаметофита как критерий палинотоксичного влияния ксенобиотиков // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2010. – Вып. 2. – С. 200-205.
- Жумашев Ж.А. Морфофизиологические особенности кормовых бобовых видов растений, произрастающих на загрязненной пестицидами почве // III-й Международный конгресс студентов и молодых ученых «Мир Науки», посвященный 75-летию КазНУ им. Аль-Фараби, Алматы, 28-30 апреля 2009 г.: Мат-лы. – Алматы, 2009. – С. 103-104.
- Ибрагимова Э.Э., Эмирова Д.Э. Пыльца *Pinus sylvestris* L. как показатель неблагоприятной экологической обстановки // Передові наукові розробки. I Міжн. наук.-практ. конф. – 2006. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2006. – Т. 6. – С. 43-47.
- Ибрагимова Э.Э., Балчицева Д.В. Оценка палинотоксического влияния выбросов автотранспорта с использованием пыльцы *Juglans regia* // Збірка мат-лів Міжнар. конф. «Сучасні проблеми біології, екології та хімії», присвяченої 20-річчю біологічного ф-ту ЗНУ. – Запоріжжя, 2007. – С. 393-395.
- Ибрагимова Э.Э. Фитоиндикация как перспективный метод в экологических исследованиях // Человек–Природа–Общество: теория и практика безопасности жизнедеятельности, экологии и валлеологии. – Симферополь: Крымское уч.-пед. гос. изд-во, 2008. – Вып. 1. – С. 46-49.
- Ибрагимова Е.Е. Екологічна оцінка дії техногенних хімічних забруднень на цитогенетичні показники вищих рослин в умовах Криму: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – К., 2008. – 20 с.
- Ибрагимова Е.Е. Вплив техногенного забруднення на життєздатність жіночих генеративних органів й якість насіння *Pinus sylvestris* L. // Вчені записки Таврійськ. нац. ун-ту ім. В.І. Вернадського. Сер. Біологія, хімія. – 2010. – Т. 23 (62). – № 2. – С. 89-95.
- 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. 200-205.
- Каталог цветочных и декоративных растений открытого грунта коллекции Никитского ботанического сада (канна) / Сост. Г.Ф. Феофилова, Ю.А. Лукса. – М.: Изд-во ГНБС, 1977. – 35 с.
- Калашиник Н.А., Шафилова Л.М., Лихонос Т.А., Преснухина Л.П., Хайдарова Т.Г. Хромосомная индикация загрязнения окружающей среды с использованием древесных объектов // Проблемы эволюционной генетики, селекции и интродукции: Тез. научн. чт. – Томск, 1997. – С. 69-71.
- Кузьмина Т.Н. Оценка качества пыльцы *Canna indica* L. и некоторых сортов *Canna × generalis* Bailey // Бюлл. Госуд. Никит. ботан. сада. – 2012. – № 105. – С. 65-71.
- Лозановская И.Н., Орлов Д.С., Садовникова Л.К. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. – М.: Высш. шк., 1998. – 287 с.
- Лягузова И.В. Влияние атмосферного загрязнения на репродукцию растений // Биологическое разнообразие. Интродукция растений. – СПб., 1999. – С. 355-357.
- Матяшук Р.К., Мацталер Н.В. Особливості розвитку генеративної сфери деяких видів *Penstemon* при вирощуванні в умовах промислового забруднення // Матеріали читань, присвячених 300-річчю з дня народження К. Ліннея (Луганськ, 21-25 травня, 2007 р.). – Луганськ, Ельтон, 2007. – С. 131-134.
- Матяшук Р.К., Белкіна М.Ю., Зубкова Н.В. Мінливість росту і розвитку канни залежно від умов вирощування // Бюлл. Гос. Никит. ботан. сада. – 2010. – № 102. – С. 65-71.
- Матяшук Р.К., Белкіна М.Ю. Адаптаційна мінливість розвитку канни в різних умовах вирощування // Матер. XI наук. конфер. «Наукові, прикладні та освітні аспекти фізіології, генетики, біотехнології рослин і мікроорганізмів» (Київ, 22-24 червня, 2010). – К., 2010. – С. 224-226.
- Моргун В.В., Шадчина Т.М., Кірізіїв Д.А. Фізіолого-генетичні проблеми селекції рослин у зв'язку з глобальними змінами клімату // Физиология и биохимия культ. растений. – 2006. – Т. 38, № 5. – С. 371-389.

- Музичук Г.М., Рахметов Д.Б.* Види квітникових рослин родини Malvaceae Juss. у декоративному садівництві світу, перспективи їх використання в Україні // Роль ботанічних садів в зеленому будівництві міст, курортних та рекреаційних зон: Мат-ли Міжнар. наук. конф., присвяченої 135-річчю Ботанічного саду Одеського нац. ун-ту ім. І.І.Мечникова. – Одеса: ЛАТСТАР, 2002. – Ч. II. – С. 51-54.
- Наказ* МОЗ України № 116 від 13.03.2007 р. “Про затвердження методичних рекомендацій «Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об’єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів»” // Офіційний вісник України. – 2007. – № 4. – С. 186-209.
- Никифоров Ю.Л., Феофилова Г.Ф.* Анализ пыльцы видов и сортов рода *Canna* // Ботан. журнал. – 1982. – Т. 67, № 2. – С. 166-176.
- Парпан В.І., Миленка М.М.* Методологічні аспекти оцінки екологічного стану урбанізованих і техногенно змінених територій // Вісник Дніпропетровського ун – ту. Біологія. Екологія. – 2010. – Вип. 18, Т. 2. – С. 61-68.
- Пельтихина Р.И., Крохмаль И.И.* Интродукция видов и сортов рода *Hemerocallis* L. (*Hemerocallidaceae* R. Br.) в Донбассе и перспективы их использования в декоративном садоводстве. – Донецк: Норд-Пресс, 2005. – 236 с.
- Плохинский Н.А.* Биометрия. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 367 с.
- Приймак О.П., Бессонова В.П.* Вплив інгредієнтів автотранспортних викидів на стан пилку деяких квітникових рослин // Інтродукція рослин. – 2007. – № 3. – С. 36-40.
- Савченко О.А.* Оценка воздействия на окружающую среду Чинаревского нефтегазоконденсатного месторождения Казахстана: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Саратов, 2008. – 23 с.
- Селина Е.Е.* Оценка влияния техногенного загрязнения на состояние растений в долинах малых рек: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Саратов, 2010. – 18 с.
- Третьякова И.Н., Носкова Н.Е.* Пыльца сосны обыкновенной в условиях экологического стресса // Экология. – 2004. – № 1. – С. 26-33.
- Третьякова И.Н., Петрова Е.А., Тедер И.О., Тедер Н.О.* Качество пыльцы сосны обыкновенной в условиях техногенного загрязнения г. Красноярска: Докл. 2-й Всеросс. конф. «Проблемы региональной экологии», посвящённой 100-летию со дня рождения СО РАН акад. М.А. Лаврентьева, Томск, 15-19 мая 2000 г. // Проблемы региональной экологии. – 2000. – № 8. – С. 72.
- Труды* Центральной геофизической обсерватории / Под ред. А.А. Косовца. – Киев: Интерпресс ЛТД, 2013. – Вып. 9 (23). – 125 с.
- Федоров Л.А.* Микроспорогенез сосны при загрязнении среды в Российской Лапландии // Изв. вузов. Лесной журнал. – 1995. – № 1. – С. 47-50.
- Фендюр Л.М.* Біологічна оцінка декоративних однорічних рослин в умовах електрометалургійного заводу та фітоіндикація забруднення середовища залізом і хромом: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Ялта, 1996. – 22 с.
- Цаценко Л.В., Филипчук О.Д.* Фитотестирование загрязнения агроландшафта // Вест. акад. с.-х. наук. – 1997. – №3. – С. 39-41.
- Чипиляк Т.Ф.* Перспективи інтродукції видів та культиварів лілійнику (*Hemerocallis* L.) в умовах степового Придніпров’я // Інтродукція рослин. – 2005. – № 1. – С. 65-70.
- Чипиляк Т.Ф.* Аутокологія представників роду *Hemerocallis* L. в умовах техногенного забруднення: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – К., 2011. – 20 с.
- Шевченко С.В., Феофилова Г.О.* О жизнеспособности пыльцы отдаленных гибридов канны и их исходных форм // Бюл. Гос. Никит. бот. сада. – 1981. – Вып. 3(46). – С. 94-98.
- Khoshoo T.N., Mukherjee J.* Genetic-evolutionary studies on cultivated cannas // Theor. Appl. Genetics. – 1970. – V. 40, №5. – P.204-217.

Надійшла до редакції
12.09.2014 р.

СТАН ПИЛКУ КАННИ

CANNA POLLEN QUALITY IN THE URBAN AREAS

R. K. Matyashuk¹, M. Y. Mazura², I. V. Tkachenko¹

¹*Institute for Evolutionary Ecology of National Academy of Sciences of Ukraine
(Kyiv, Ukraine)*

e-mail: kbgscience@rambler.ru

²*Krivyi Rig Botanical Garden of National Academy of Sciences of Ukraine
(Krivyi Rig, Dnipropetrovsk region, Ukraine)*

There has been found the high sensitivity of the reproductive Canna varieties of foreign and domestic selection to exogenous environmental factors cultivation. There was also observed inhibitory effect of polycomponent factors contamination of urban areas for the production of morphologically normal pollen Canna. The condition of the malegenerative system of modern varieties of Cannas is possible touse for monitoring indication and mapping territory with different levels of contamination it has been shown. It has been noted that the varieties of decorative flower plants advisable involve for the complex integrated evaluation of the ecological condition by urbotehnogennyh ecosystems.

Key words: *varieties of Canna × generalis Bailey (Canna hybrida hort.), pollen, sensitivity, pollution, monitoring*

СОСТОЯНИЕ ПЫЛЬЦЫ КАННЫ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Р. К. Матяшук¹, М. Ю. Мазура², И. В. Ткаченко¹

¹*ГУ «Институт эволюционной экологии Национальной академии наук Украины»
(Киев, Украина)*

e-mail: kbgscience@rambler.ru

²*Криворожский ботанический сад Национальной академии наук Украины
(Кривой Рог, Днепропетровская обл. Украина)*

Установлена высокая чувствительность репродуктивной части канны сортов зарубежной и отечественной селекции к экзогенным факторам среды выращивания. Выявлено ингибирующее влияние поликомпонентных составляющих загрязнения городских территорий на продуцирование морфологически нормальной пыльцы канны. Показано, что состояние мужской генеративной системы современных сортов канны можно использовать для мониторинга и картирования территорий с различным уровнем загрязнения. Отмечена целесообразность использования цветочно-декоративных растений для комплексной интегральной оценки экологического состояния урботехногенных экосистем.

Ключевые слова: *сорта Canna × generalis Bailey (Canna hybrid hort.), пыльца, чувствительность, загрязнение, мониторинг*