

ЧУТЛИВІСТЬ ОКРЕМИХ СОРТІВ КАННИ ДО ДІЇ АБІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ

Р.К. МАТЯШУК, кандидат біологічних наук

ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»

М.Ю. МАЗУРА, молодший науковий співробітник

Криворізький ботанічний сад НАН України

Встановлена висока чутливість репродуктивної частини сортів канни селекції Нікітського ботанічного саду до умов Криворізького регіону. Відзначена втрата життєвого потенціалу та біометричних показників пилку за впливу як еколого-кліматичних умов, так і промислового забруднення території. Виявлена можливість використання пилку канни як високоінформативного показника чутливості рослин до комплексу екзогенних чинників довкілля.

Ключові слова: *канна, забруднення, чутливість пилку, фітоіндикація*

Нині зростає актуальність вивчення комплексного впливу антропогенного забруднення на довкілля з використанням основних компонентів зелених насаджень урбанізованих екосистем. Квітничково-декоративні культури – облігатний і один з найвагоміших компонентів у зеленому будівництві. Величезна потреба в них прямо пропорційна рівню близькості рослинних насаджень до місць безпосереднього мешкання і активної діяльності людини [17]. Обговорення актуальності цієї проблеми є безпосереднім продовженням питання збереження та збагачення існуючого біорізноманіття, визнаного пріоритетним на міжнародному рівні. З огляду на важливість збагачення різноманіття квітничково-декоративних насаджень в розвинутих промислових регіонах України, особливо в її степовій зоні, були розпочаті дослідження епігенетичної мінливості та адаптаційної здатності

окремих видів і сортів роду канна до вирощування в гетерогенних еколого-едафічних умовах Криворіжжя [14].

Останніми роками отримані важливі результати з використанням пилку різних видів рослин у фітоіндикації забруднення середовища [3,9,13,19 та інші]. Встановлено, що рівень чутливості рослин до екзогенних чинників середовища вирощування є найвищим на початку росту рослин і потім у період формування гамет, цвітіння, запліднення рослин [16]. Крім того, фертильність пилку, його нормальний фізіолого-біохімічний стан є необхідною умовою запліднення рослин як основної передумови отримання генетичного різноманіття для успішного ведення селекційної роботи з метою відбору максимально адаптованих до умов вирощування генотипів. Створення нових перспективних екологічно пластичних гібридів (і сортів) не можливе без розширення генетичної різноманітності вихідного матеріалу для селекції, яка дозволить реконструювати оптимальний ідіотип рослин цієї культури [15].

Мета дослідження. В основу нашого дослідження було покладене положення про те, що мінливість індивідуальних ознак генотипу під впливом біотичних та абіотичних чинників є проявом пластичності та змін геному, що може слугувати основою для збільшення генетичної різноманітності роду. Оцінка стійкості репродуктивної частини використаних в озелененні Кривого Рогу інтродуцентів канни є складовою комплексного вивчення фенотипової та генотипової мінливості перспективних сортів і гібридів цієї культури в гетерогенних умовах середовища.

Об'єкти і методи дослідження. Дослідження особливостей розвитку генеративної частини канни при вирощуванні в гетерогенних еколого-кліматичних умовах степової зони за дії антропогенного забруднення промислового середовища Кривбасу проводили у 2012 році на прикладі гібридних зразків селекції ННЦ-НБС НААН України (м. Ялта) – Отблеск Заката і Подарок Крыма. Для порівняння вибрали рослини з відмінних за рівнем антропогенного впливу міських територій: перша ділянка – поблизу

дороги з інтенсивним транспортним навантаженням, друга ділянка - квітничково-декоративне озеленення біля автостанції, третя - територія зелених насаджень біля адміністративного центру, четверта - колекційна ділянка Криворізького ботанічного саду НАН України (КБС), розташованого в санітарно-захисній зоні міста. На першій і четвертій ділянках в озелененні використали сорт Отблеск Заката, а на другій і третій - Подарок Крима. Контрольний пилок відбирали з рослин колекційного фонду Нікітського ботанічного саду. За показниками кліматичної норми (середні багаторічні значення за даними метеостанції “Нікітський сад”) клімат центральної зони Південного берега Криму посушливий, за термічними показниками відповідає критеріям субтропічності [1], тобто можна вважати, що ця територія відповідає екологічно-оптимальним умовам для канни як для інтродукованих видів, так і для селекційних сортів.

Під час дослідження аналізували біометричні показники та життєздатність пилку генотипів, що вивчалися в процесі формування квітки. Для цього відбирали пилок у період масового цвітіння канни з триразовою повторністю, мінімальна кількість пилових зерен становила 300 шт. у варіанті [4].

Чутливість генеративної сфери канни до рівня забруднення території вирощування визначали за індексом стерильності (ІС), який показує в скільки разів частота індукованого рівня стерильності перевищує рівень спонтанної стерильності в контролі [10], коефіцієнтом чутливості органів чоловічої репродукції до техногенного забруднення (КЧ – відношення фертильних пилових зерен до стерильних [9]), а також за показниками фертильності пилку розраховували палінотоксичний ефект (ПЕ) комплексного забруднення досліджених ділянок Кривого Рогу [5], згідно з модифікованою [9] формулою Лозановської, Орлова та ін. [12, 19]:

$$\Gamma_{\text{ПЕ}} = \left(\frac{\Phi_0 - \Phi_x}{\Phi_0} \right) \times 100,$$

де Φ_0 – інтенсивний показник величини спонтанної фертильності репродуктивної системи рослин контрольної зони, Φ_x - інтенсивний показник величини індукованої фертильності рослин, вирощених у фітотоксичному середовищі.

Результати досліджень та обговорення. За біометричними показниками дозрілих пилкових зерен (стадія сформованого бутона) канни можна простежити вплив умов вирощування рослин на розвиток репродуктивної сфери [11]. В умовах колекційного фонду КБС (четверта ділянка) діаметр фертильних пилкових зерен сорту Отблеск Заката в дозрілому бутоні становив 0,1032мм, а у контрольних рослин, вирощених у Криму - 0,1104мм, тобто був на 10,7% більшим (рис.1). Так само достовірно меншого діаметра (майже на 10%) були і стерильні пилкові зерна у канни цього сорту, вирощеного в Кривому Розі (четверта ділянка). Але різниця в розмірах між сформованим фертильним і стерильним пилком виявилась однаковою – 0,031мм, тобто умови вирощування рослин однаково позначились на морфологічних особливостях основної складової генеративної сфери канни.

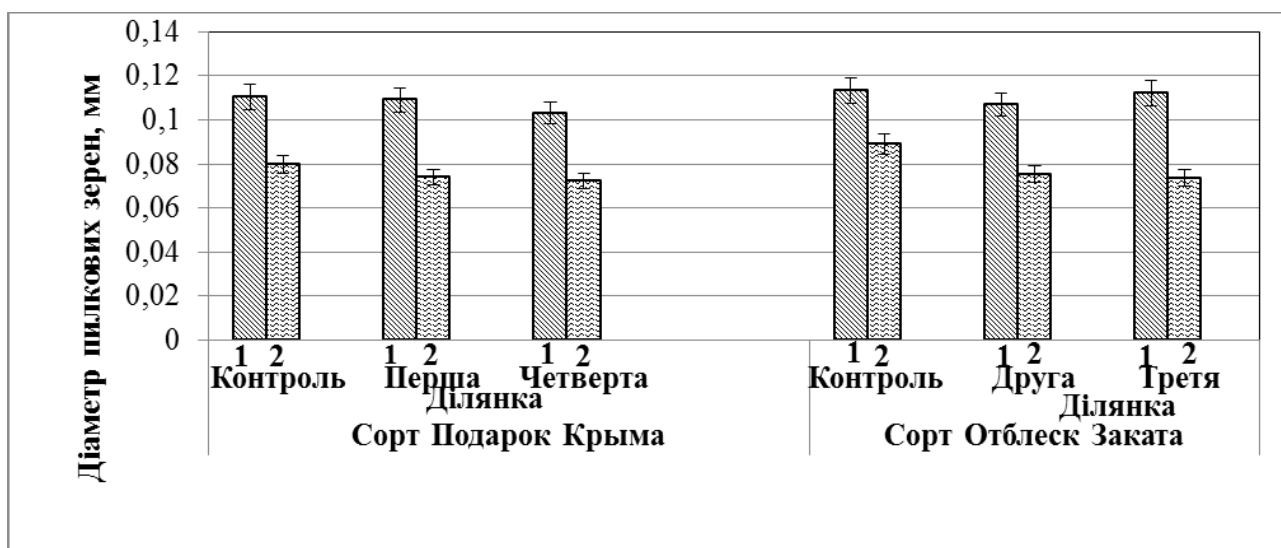


Рис. 1. Середній діаметр сформованих пилкових зерен канни за різних умов вирощування (1 - фертильні, 2 - стерильні) різних сортів ($t_{st} > 2,5$)

Порівняння діаметра сформованих пилкових зерен за впливу додаткового аеротехногенного забруднення довкілля свідчить про більшу

чутливість репродуктивної частини сорту Подарок Крима, зокрема до складових забруднення середовища в зоні автостанції (друга ділянка).

Слід відзначити, що формування репродуктивної частини канти в менш сприятливих еколого-кліматичних умовах призвело до достовірного зменшення середніх розмірів дозрілих пилкових зерен – на 0,0064мм (друга ділянка) у сорту Подарок Крима та на 0,0072 мм (четверта ділянка) у сорту Отблеск Заката. В цілому середні розміри дозрілих пилкових зерен у рослин сорту Отблеск Заката, вирощених на дослідних ділянках Кривого Рогу, були меншими на 3,6% (перша ділянка), ніж у Криму та на 8,2 – 10,3% меншими у сорту Подарок Крима (відповідно третя і друга ділянки).

Проте розвиток чоловічого гаметофіту при вирощуванні канти в умовах гетерогенного забруднення промислового середовища помітніше позначився на його життєвих показниках, тому що фертильність гібридного сорту Подарок Крима навіть у період цвітіння на 6,8 і 8,0% була меншою на другій і третій дослідних ділянках, ніж у контролі. У рослин з колекційного фонду НБС-ННЦ фертильність пилку в дозрілому бутоні в середньому була на 24% вищою (рис.2).

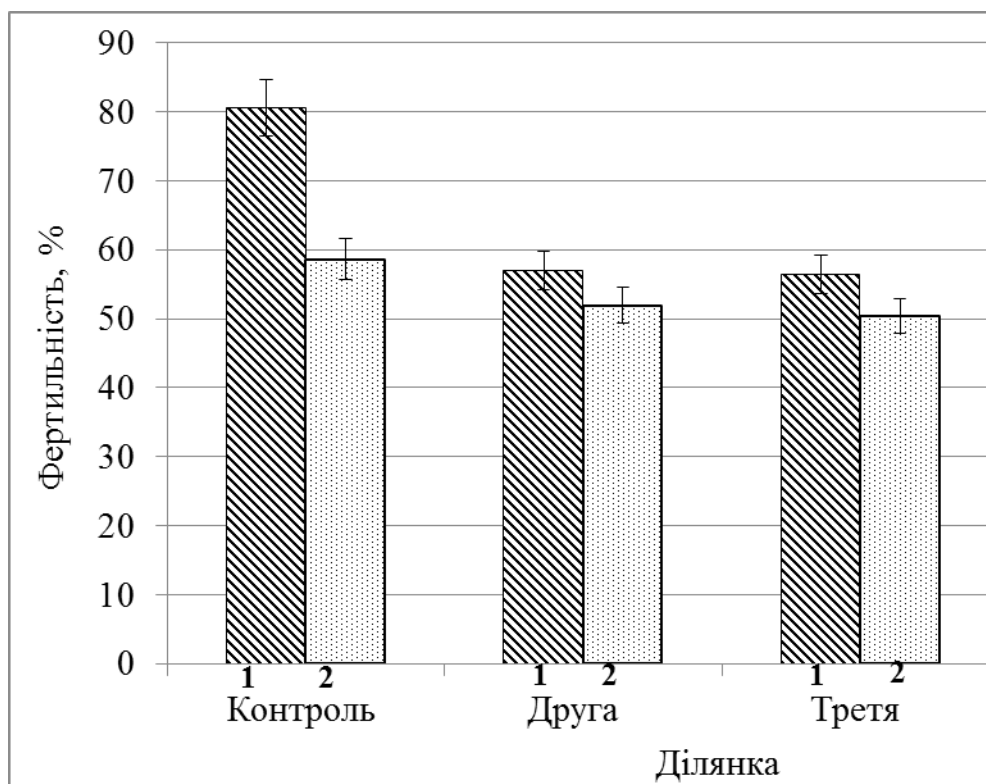


Рис. 2. Фертильність пилку кани сорту Подарок Крима (1- на стадії зрілого бутона; 2- на стадії цвітіння) залежно від умов середовища вирощування

Тобто при дії екзогенного забруднення промислового регіону спостерігали значну втрату життєвого потенціалу пилку в період максимальної його придатності до запилення (фаза дозрілого бутона).

Порівнюючи життєздатність пилкових зерен сорту Отблеск Заката, вирощеного в Криму (82,5% в дозрілому бутоні), відзначали зниження життєвого потенціалу на 11,8% при вирощуванні рослин у колекційних фондах КБС (четверта ділянка) і на 21,6% при вирощуванні цього сорту в озелененні міста (перша ділянка) (рис. 3). З подальшим розвитком квітки найчастіше втрачався життєвий потенціал пилку, про що і свідчать дані з вивчення генеративної сфери: фертильність пилку в розкритій квітці в умовах Криму знизилась до 52,6% (тобто на 20%). У колекційних рослин КБС подальшої значної втрати частки фертильного пилку не спостерігали (менше 1%). Найбільші темпи втрати життєвих показників пилку з початком цвітіння були відзначені у рослин, вирощених у зоні підвищеного забруднення (перша ділянка) – на 10,9% порівняно з Кримом і на 28,2% порівняно з колекційною ділянкою КБС.

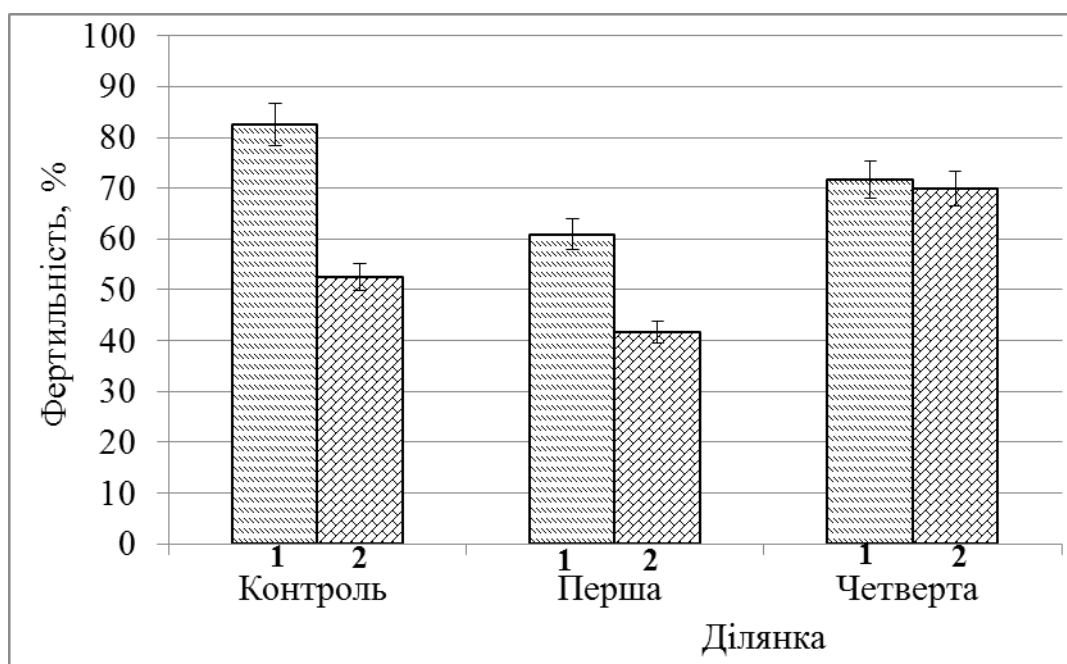


Рис. 3. Фертильність пилку канни сорту Отблеск Заката (1- на стадії зрілого бутона; 2- на стадії цвітіння) до умов оточуючого середовища

Тобто навіть в умовному контролі – колекційній ділянці КБС, формується менше придатного до запилення пилку, ніж в умовах створення цих сортів, а вирощування рослин у більш забрудненому середовищі міста додатково посилює втрату життєвого потенціалу репродуктивної частини канни.

Отже, розпочата оцінка стійкості репродуктивної частини використаних в озелененні Кривого Рогу генотипів канни, як складової вивчення фенотипової та генотипової мінливості перспективних сортів і гібридів цієї культури за дії гетерогенних умов зовнішнього середовища, по-перше, показала складність ведення гібридизації з інтродукованими сортами через значну втрату природного потенціалу чоловічого гаметофіту, а, по-друге, виявилась високоінформативним показником чутливості канни до абіотичних факторів.

За ступенем абортивності пилку, визначеним за індексом стерильності (ІС), встановлена дещо вища його чутливість у сорту Подарок Крима (особливо на стадії дозрілого бутона) до впливу комплексу екзогенних факторів довкілля на всіх ділянках міста (таблиця). Водночас відзначали зростання рівня стерильності пилку сорту Отблеск Заката з розвитком квітки при вирощуванні рослин на забрудненішій території (перша ділянка), порівняно як з контролем, так і з умовами вирощування в колекції КБС (четверта ділянка). Зростання індексу стерильності свідчить про токсичність умов дослідних ділянок для чоловічої генеративної сфери досліджених сортів канни.

За відношенням фертильних пилкових зерен до стерильних (КЧ) нами відзначена висока чутливість органів чоловічої репродукції канни до умов вирощування, особливо на стадії дозрівання бутона. Так, для рослин сорту

Отблеск Заката з колекції КБС цей показник був удвічі нижчим, порівняно з контролем (2,53 та 4,71, відповідно). При цьому в рослин колекційного фонду КБС з розвитком квітки тенденція щодо подальшої втрати життєвого потенціалу пилку зменшувалась, що спостерігалось і за частотою індукованої стерильності (0,64), і за коефіцієнтом чутливості (2,32 при 2,53 в дозрілому бутоні).

Вплив абіотичних чинників на життєві показники пилку канни різних сортів

Варіант	Стадія дозрівання бутона	Індекс стерильності (ІС)	Коефіцієнт чутливості (КЧ)	Палінотоксичний ефект (ПЕ,%)	ЄС ₁₀₋₉₀
Отблеск Заката					
Контроль (НБС-ННЦ)	Бутон	-	4,71	-	-
	Квітка	-	1,11	-	-
Перша ділянка	Бутон	1,38	1,56	26,2	ЄС ₁₀₋₅₀
	Квітка	1,94	1,11	20,7	ЄС ₁₀₋₅₀
Четверта ділянка	Бутон	1,62	2,53	13,1	ЄС ₁₀₋₅₀
	Квітка	0,64	2,32	-32,9	> ЄС ₁₀₋₅₀
Подарок Крима					
Контроль (НБС-ННЦ)	Бутон	-	4,16	-	-
	Квітка	-	1,42	-	-
Друга ділянка	Бутон	2,22	1,33	29,3	ЄС ₁₀₋₅₀
	Квітка	1,16	1,08	12,6	ЄС ₁₀₋₅₀
Третя ділянка	Бутон	2,25	1,29	30,0	ЄС ₁₀₋₅₀
	Квітка	1,19	1,03	14,1	ЄС ₁₀₋₅₀

На досліджених ділянках Кривого Рогу коефіцієнт чутливості знизився в середньому втричі в обох сортів порівняно з екологічно сприятливішою для вирощування територією Криму. Відзначено високу чутливість генеративної сфери канни досліджених сортів до різного рівня забруднення території вирощування.

Розрахунок показника палінотоксичного ефекту (ПЕ) показав середньотоксичну дію абіотичних чинників (ЄС₁₀₋₅₀) на мікрогаметофіт сортів

канни, вирощених на дослідних ділянках Кривого Рогу. Згідно із запропонованим ранжуванням отриманих даних за модифікованою Е.Е. Ібрагімовою і Д.В. Балічієвою класифікацією: вміст токсичних політантів у навколишньому середовищі досліджуваних ділянок є середньотоксичним при EC_{10-50} [6,9,19]. Тобто, на досліджених територіях спостерігали середньотоксичний вплив емісій на генеративні органи канни. За отриманими даними, територія колекційного фонду Криворізького ботанічного саду максимально наближена до категорії зони з слабботоксичним рівнем забруднення (EC_{10}), оскільки рівень інгібування виробництва фертильного пилку на період його максимального життєвого потенціалу (фаза дозрілого бутону) становив 13,1% з подальшим переходом до стимулювання процесу формування життєздатного пилку.

Висновки

1. Гетерогенні умови Криворіжжя індукують у двох інтродукованих сортів канни втрату біометричних та життєвих показників пилку, що необхідно враховувати при їх використанні в подальших селекційних програмах.
2. Пилок досліджених сортів канни виявився досить інформативним показником чутливості рослин до комплексу екзогенних факторів довкілля з можливістю використання його для фітоіндикації забруднення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Антюфеев В.В. Некоторые морфобиологические особенности плодоношения абрикоса при разном атмосферном увлажнении /Антюфеев В.В., Шишкина Л.Е., Лукьянова Н.М. //Бюллетень Никитского ботанического сада. – 2005. – Вып. 91. –С. 40–44.
2. Бессонова В.П. Влияние загрязнения окружающей среды на мужскую фертильность декоративных цветочных растений /Бессонова В.П., Фендюр Л.М. //Ботан. журнал. –1997. –Т.82, №5. – С. 32– 44.
3. Бондарь Л.М. Цитогенетический анализ действия антропогенных факторов на природные популяции растений /Бондарь Л.М., Частоколенко Л.В. //

- Генетические последствия загрязнения окружающей среды мутагенными факторами: Всес. координац. совещ. – М., 1990. – С. 52–53.
4. Дегтярева Н.И. Лабораторный и полевой практикум по генетике: учеб. пособие для студентов биол. ф-тов пед. ин-тов / Дегтярева Н.И. – К.: Вища школа, 1979. – 288с.
 5. Декл. пат. на кор. мод. України 32513 Спосіб визначення палинотоксичності техногенних хімічних забруднювачів навколишнього середовища; G01N 33/00 G01N 1/00 /Д.В. Баличиева, Е.Е. Ібрагімова, Д.Е. Емірова – № и 200711625; Заявл.22.10.2007; Опубл.26.05.2008, Бюл. №10. – 5с.
 6. Довгалюк А.И. Оценка фито - и цитотоксической активности соединений тяжелых металлов и алюминия с помощью корневой апикальной меристемы лука /Довгалюк А.И., Калиняк Т.Б., Блюм Я.Б. //Цитология и генетика. – 2001. –Т.35, №2. – С. 3 – 9.
 7. Эмирова Д.Э. Показатель стерильности мужского гаметофита как критерий палинотоксичного влияния ксенобиотиков / Эмирова Д.Э., Баличиева Д.В., Ибрагимова Э.Э. //Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2010. – Вып.2. – С. 200–205.
 8. Токсические и цитологические эффекты индуцируемых у *Allium cepa* низкими концентрациями Cd и ²³²Th /Евсеева Т.И., Майстренко Т.А., Гераськин С.А. [и др.] //Цитология и генетика. – 2005. – №5. – С. 73 – 80.
 9. Ибрагимова Э.Э. Оценка палинотоксического влияния выбросов автотранспорта с использованием пыльцы *Juglans regia* /Ибрагимова Э.Э., Баличиева Д.В.//Збірка матеріалів МК «Сучасні проблеми біології, екології та хімії», присвяченої 20-річчю біологічного ф-ту ЗНУ. – Запоріжжя, 2007. – С. 393 – 395.
 - 10.Ібрагімова Е.Е. Екологічна оцінка дії техногенних хімічних забруднень на цитогенетичні показники вищих рослин в умовах Криму: автореф. дис. на здобуття вченого ступеня канд. біол. наук: спеціальність 03.00.16 – «Екологія» / Е.Е. Ібрагімова. – Київ, 2008. – 20 с.

11. Каталог цветочных и декоративных растений открытого грунта коллекции Никитского ботанического сада (канна)/Составители Феофилова Г.Ф., Лукса Ю.А. – Изд-во ГНБС, 1977. – 35 с.
12. Лозановская И.Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении /Лозановская И.Н., Орлов Д.С., Садовникова Л.К. – М.: Высш. школа, 1998. – 287 с.
13. Лянгузова И.В. Влияние атмосферного загрязнения на репродукцию растений / Лянгузова И.В. // Биологическое разнообразие. Интродукция 1. растений (Мат. II МНК). – Санкт-Петербург, 1999. – С. 355 – 357.
14. Матяшук Р.К. Мінливість росту і розвитку канни залежно від умов вирощування /Матяшук Р.К., Белкіна М.Ю., Зубкова Н.В. //Бюлл. Гос. Никит. ботан. сада, 2010. – №102. – С. 65 – 71.
15. Моргун В.В. Аналіз частоти і спектру мутацій інбредних ліній кукурудзи, індукованих низькими дозами мутагенних факторів /Моргун В.В., Гаврилюк В.М. //Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія Біологія, вип.18 (2006). – С. 19 – 25.
16. Моргун В.В. Фізіолого-генетичні проблеми селекції рослин у зв'язку з глобальними змінами клімату /Моргун В.В., Шадчина Т.М., Кірізій Д.А. //Фізіологія і біохімія культ. рослин. – 2006. – Т.38, №5. – С. 371 – 389.
17. Музичук Г.М. Види квітникових рослин родини Malvaceae Juss. у декоративному садівництві світу, перспективи їх використання в Україні / Музичук Г.М., Рахметов Д.Б. // Роль ботанічних садів в зеленому будівництві міст, курортних та рекреаційних зон: Мат. МНК, присвяченої 135-річчю Ботанічного саду Одеського нац. ун-ту ім. І.І.Мечникова. – Одеса: ЛАТСТАР, 2002. – Ч. II. – С. 51–54.
18. Приймак О.П. Вплив інгредієнтів автотранспортних викидів на стан пилку деяких квітникових рослин / Приймак О.П., Бессонова В.П //Інтродукція рослин. – 2007. – №3. – С. 36 – 40.

- 19.Фендюр Л.М. Біологічна оцінка декоративних однорічних рослин в умовах електрометалургійного заводу та фітоіндикація забруднення середовища залізом і хромом: автореф. дис. на здобуття ученого ступеня канд. біол. наук: спеціальність 03.00.01 «Ботаніка» / Л.М. Фендюр – Ялта, 1996. – 22с.

Чувствительность отдельных геномов канны к влиянию абиотических факторов.

Р.К. Матяшук, М.Ю. Мазура

Установлена высокая чувствительность репродуктивной части сортов канны селекции Никитского ботанического сада к условиям Криворожского региона. Отмечена потеря жизненного потенциала и биометрических показателей пыльцы при влиянии как эколого-климатических условий, так и промышленного загрязнения территории. Показана возможность использования пыльцы канны как высокоинформативного показателя чувствительности растений к комплексу экзогенных факторов окружающей среды.

Ключові слова: канна, загрязнение, чувствительность пыльцы, фитоиндикация.

Sensitivity of individual genomes cannes to the influence of abiotic factors.

R.Matyashuk, M.Mazura

We have determined the high sensitivity of the reproductive parts of *Canna* varieties of Nikitsky Botanical Garden selection to environmental conditions of Kryvyi Rig Region. We have noticed a loss of biotic potential and biometric parameters of pollen under impact of both ecological and climatic conditions and industrial pollution. We have revealed a possibility to use *Canna* pollen as a high-informative sensitivity index of plants to exogenous environmental factors.

Keywords: Canna, pollution, pollen sensitivity, phytoindication.