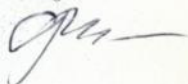


УКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
Державний Нікітський ботанічний сад

На правах рукопису



ФЕНДУР ЛЮДМИЛА МИХАЙЛІВНА

БІОЛОГІЧНА ОЦІНКА ДЕКОРАТИВНИХ ОДНОРІЧНИХ
РОСЛИН В УМОВАХ ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЙНОГО
ЗАВОДУ ТА ФІТОІНДИКАЦІЯ ЗАБРУДНЕННЯ
СЕРЕДОВИЩА ЗАЛІЗОМ І ХРОМОМ

03.00.01 - ботаніка

Автореферат

дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата біологічних наук

Ялта - 1996



00754303 (M)

Дисертацією є рукопис

Робота виконана у Запорізькому державному університеті
ботаніки та фізіології рослинНауковий керівник: доктор біологічних наук
Безсонова В.П.Офіційні опоненти: доктор біологічних наук
Куліков Г.В.
доктор біологічних наук
Горова А.І.Провідна установа: Донецький державний університет, кафедра
ботаніки та екологіїЗахист дисертації відбудеться " 4 " квітня 1996 р. о 10 год.
на засіданні спеціалізованої ради Д 32.01.01 по захисту дисертацій
на здобуття вченого ступеня доктора наук при Нікітському ботанічно-
му саді за адресою: 334267 Крим, м.Ялта п.г.т. Нікіта, Державний
ботанічний сад.З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Нікітського ботаніч-
ного саду УАН .Автореферат розісланий " 1 " березня 1996 р.Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,
кандидат біологічних наук

Т.П.Кучерова

*Т.П. Кучерова*ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

Актуальність. Одним з найважливіших завдань промислової ботаніки є розробка наукових основ використання рослин для оптимізації промислового середовища /Лькун, 1978, Кондратенко та ін., 1980, Трешоу, 1988, Горішина, 1991/.

Декоративні однорічні трав'яні рослини - це необхідний компонент культурфітоценозів територій промислових підприємств. Асортимент цих рослин в цьому плані невеликий. Найбільша кількість видів досліджена В.М.Бабкінов /1959, 1962, 1972/ для коксохімічного заводу та О.К.Махновим /1979/ для мідьоплавильного підприємства.

В зв'язку з необхідністю глобального моніторингу середовища біологічними методами оцінки стану навколишнього середовища особливе значення набуває використання радикальних можливостей рослин. Спеціальна програма МСБН "Біоіндикатори" як основний принцип включає розширення індикаторних можливостей при моніторингу навколишнього середовища. Тому пошуки інформативних тест-об'єктів і чутливих фізіолого-біохімічних параметрів для фонового біологічного моніторингу - це одна з важливіших задач промислової ботаніки. З цієї точки зору декоративні квіткові однорічні рослини практично не вивчені, хоча дослідження, що проведені в цьому напрямку вельми перспективні. Це пов'язано з тим, що декоративні квіткові рослини широко застосовуються для озеленення міських вулиць і підприємств. А велика кількість і відтворення особливостей об'єктів - це головні вимоги, що пред'являються до біоіндикаторів.

Мета роботи. Створити шкалу оцінки стійкості декоративних квіткових рослин залізом і хромом по сукупності морфологічних ознак і виявити чутливі тест-об'єкти для фітоіндикації забруднення навколишнього середовища цими елементами.

Завдання досліджень. - Проаналізувати вплив забруднювачів навколишнього середовища Fe і Cr на ростові параметри вегетативних органів 36 видів однорічних квіткових декоративних рослин;

- вивчити вплив важких металів на характеристики цвітіння квіткових декоративних рослин і виявити видову специфіку у відповідних реакціях на ці забруднювачі;

- охарактеризувати прояви морфопатогенезу стебла, листків, квітів і суцвіть декоративних рослин в умовах надлишку Fe і Cr;

- виявити інформативні морфо-функціональні показники для оперативної індикації забруднення техногенних територій важкими металами /Fe і Cr/ з використанням декоративних квіткових рослин;

- на основі видової специфіки відповідних реакцій квіткових рослин

в умовах техногенних емісій Fe і Cr встановити чутливі тест-об'єкти для індикації забруднення навколишнього середовища цими елементами;

– запропонувати асортимент однорічних декоративних квіткових рослин для озеленення електрометалургійних промислових підприємств з комплексним забрудненням важкими металами /Fe і Cr/.

Наукова новизна. Виконані оригінальні дослідження по накопиченню у листках декоративних квіткових рослин різних систематичних груп Fe і Cr при їх надлишку в оточувчому середовищі. Вперше вивчено вплив надлишку Fe і Cr на ростові процеси вегетативних органів і характеристики цвітіння декоративних квіткових рослин різних систематичних груп. На основі дослідження дії цих важких металів на показники цвітіння і росту вегетативних органів запропоновано екологічну шкалу оцінки стійкості декоративних квіткових рослин. Вперше детально проаналізовані тератологічні зміни органів в техногенних умовах. Запропоновано інформативні морфофункціональні параметри для фітоіндикації забруднення середовища і серед великої групи декоративних квіткових рослин різної систематичної належності виділено чутливі тест-об'єкти.

Наукові положення, що виносяться на захист.

1. Специфічна реакція ростових процесів вегетативних органів і показників цвітіння представників різних систематичних груп декоративних однорічних квіткових рослин на дію важких металів /Fe і Cr/.

2. Прояв морфопатогенезу у рослин при дії надлишку мікроелементів заліза і хрому.

3. Комплексна шкала оцінки-стійкості до забруднення навколишнього середовища залізом та хромом декоративних рослин по біологічних показниках.

4. Специфіка накопичення заліза і хрому в листках рослин в залежності від систематичної належності виду в умовах техногенного забруднення цими елементами.

5. Індикація забруднення навколишнього середовища Fe і Cr в використанні чутливих параметрів.

6. Асортимент квіткових декоративних рослин для озеленення металургійних підприємств, який запропоновано на основі оцінки чутливості рослин по екологічній шкалі толерантності рослин.

Практичне значення. Вперше запропоновано науково обґрунтований асортимент однорічних декоративних квіткових рослин для озеленення територій забруднених залізом і хромом. Рекомендовані перспективні види рослин для пасивного моніторингу забруднення середовища по

накопиченню Fe і Cr. Встановлені інформативні параметри для фітоіндикації забруднення середовища Fe і Cr.

Реалізація результатів дослідження. По матеріалах дисертації розроблено практичні рекомендації, які були використані при втіленні проектів озеленення підприємств "Дніпроспецсталь", "Запоріжсталь" а також промислових районів міста Запоріжжя у сфері дії на рослини емісій заліза і хрому.

Декларація особистої участі дисертанта у розробці наукових результатів, що виносяться на захист. Результати досліджень виконані автором самостійно. Це виявляється у постановці, виконанні експерименту, а також підготовці публікацій.

Апробація роботи. Матеріали дисертації доповідалися та обговорювалися на підсумкових конференціях Запорізького державного університету /1991-95 р.р./, на науково-практичній конференції "Проблеми ґрубоекології та меліорації"/Львів, 1991/, міжнародних наукових конференціях "Досягнення біотехнології - агропромислового комплексу" /Чернівці, 1991/, "Екологические проблемы интродукции растений на современном этапе: вопросы теории и практики"/Краснодар, 1993/, "Навколишнє середовище і здоров'я"/Чернівці, 1993/, на міжнародній конференції Центральної і Східної Європи "Environmental Toxicology: Pathways of Anthropogenic Pollutants in the Environment and their Effects", Porabka-Kozubnik, Poland, 1993, на міжнародному симпозиумі "Symposium on Ecosystem Behavior: Evaluation of Integrated Monitoring in Small Catchments", Prague, 1993; на міжнародній конференції "Проблеми дендрології, садівництва и цветоводства"/Ялта, 1995/; International symposium on ecological chemistry Chisinau, Moldova, 1995; на міжнародній конференції "Forth central and eastern european regional meeting of ecotox (society of ecotoxicology and environmental protection)", Dnepropetrovsk, 1995.

Публікації. Основні положення дисертації викладено у 16 опублікованих роботах.

Обсяг та структура дисертації. Дисертаційна робота складається з вступу, шести розділів, закінчення, висновків, списку використаної літератури /309 джерел, у тому числі 121 іноземних/ та додатку, надрукована на 233 сторінках машинописного тексту, містить 45 таблиць, 28 рисунків.

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Основні експерименти проводились з рослинами, що вирощувалися на промайданчику заводу "Дніпроспецсталь" /ділянка I/. Віддалення цієї ділянки від основного джерела емісій - 0,3 км. Щоб виявити мож-

ливості використання того чи іншого показника для фітоіндикації забруднення середовища, рослини вирощувались на ділянках, віддалених від основного джерела забруднення на 1,0 км /ділянка 2/, 1,5 км /ділянка 3/ і 4,0 км /ділянка 4/. Контрольні рослини вирощувались в умовно чистій зоні. Технологія виробництва на електрометалургійному підприємстві така, що основними інгредієнтами промислових викидів є пил, що містить Fe та Cr. Кратність перевищення ПДК за хромом в атмосфері на ділянці I складає 24, по залізу - 12. Сполуки сірки у пилу електропечей відсутні.

Дослідження проводились з 39 видами однорічних декоративних трав'яних рослин різних систематичних груп, до них прираховуються і такі види, що на Україні вирощуються як однорічні /Рудницька, 1985, Головкін, 1986/.

Вихідною передумовою експерименту у польових умовах було суворе дотримання наступних вимог: 1/вирівняність екологічного та агротехнічного фону при вирощуванні дослідних рослин, 2/однорідність садівного матеріалу, 3/оптимальний режим мінерального живлення рослин, що вирощувались на протязі всього періоду досліджень. Рослини висажувались на дослідних та контрольній ділянках у віці 45-50 днів. Систему внесення добрив здійснювали за рекомендаціями Л.М.Яременко і Л.М.Лазницької /1972/.

Відбір ґрунтових та рослинних зразків для визначення важких металів здійснювали за "Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнений окружающей среды тяжелыми металлами"/1981/. Залізо і хром визначали методом атомно-абсорбційної мікроскопії /Славін, 1981/, їх розчинні форми - за методикою Н.Г.Зиріна і Орлова Д.С. /1980/, агрохімічний аналіз ґрунту - за прийнятими у ґрунтознавстві методами /Арінушкіна, 1970/. Біометричні вимірювання проводили за Р.М.Клейн, Д.Т.Клейн /1974/, площу пошкоджень листків - за В.Н.Бабкіною/1970/. Мітотичну активність в меристемах та зародкових листочках вивчали на давлених препаратах, виготовлених методом ацетокармінових мазків /Рибін, 1967/. Зміст проліну визначали у візуально не пошкоджених листках за методикою L.S.Bates, 1973/, хлорофілу - у ацетонової витяжці /Wettstein, 1980/, активність хлорофілази за О.Г.Судьїною /1950/, антоціанових пігментів, флювонів та каротиноїдів - за загальноприйнятими методиками /Єрмаков і ін., 1972/, зміст води в пелюстках за М.Д.Кущіренко та ін. /1970/. Життєздатність пилку установлювали ацетонокарміновим методом та за В.С.Шардаковим /Лаушева, 1970/. Результати експерименту оброблені статистично /Лакін, 1990/.

ОЦІНКА СТАНУ ДЕКОРАТИВНИХ КВІТКОВИХ РОСЛИН ЗА
БІОМЕТРИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ВЕГЕТАТИВНИХ ОРГАНІВ.
ФІТОІНДИКАЦІЙНИЙ АСПЕКТ

З метою оцінки толерантності декоративних квіткових рослин в умовах надлишку важких металів Fe та Cr у доквіллі був проведений порівняльний аналіз характеристик ростових процесів їх вегетативних органів.

Оцінка росту пагонів. Забруднення навколишнього середовища Fe та Cr пригнічує ріст стебла рослин, внаслідок чого висота у всіх досліджених видів в умовах промислового підприємства менша, ніж у контрольному варіанті. Встановлена видова специфіка у дії надлишку Fe та Cr на ступінь пригнічення лінійного росту стебла /рис.1/.

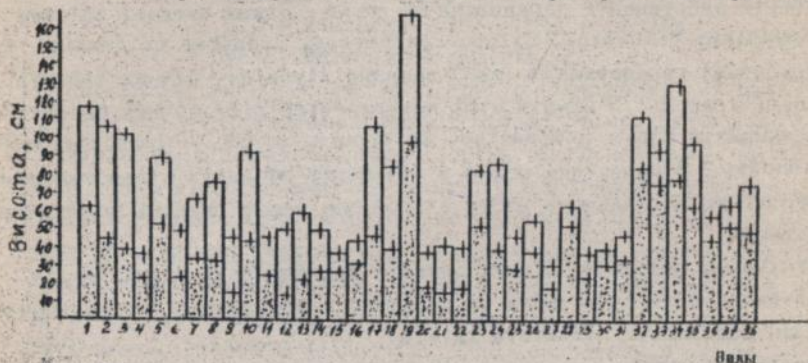


Рис. 1. Вплив забруднення середовища на ріст декоративних квіткових рослин. □ - контроль ▨ - дослід

1. *Amaranthus paniculatus*, 2. *A. caudatus*, 3. *Celosia cristata*, 4. *Gomphrena globosa*, 5. *Mirabilis jalapa*, 6. *Agrostemma gracile*, 7. *Dianthus chinensis*, 8. *Gypsophila elegans*, 9. *Silene coeli-rosa*, 10. *Delphinium ajacis*, 11. *Nigella damascena*, 12. *Papaver pavoninum*, 13. *P. rhoeas*, 14. *Eschscholtzia californica*, 15. *Iberis amara*, 16. *Mattiola incana*, 17. *Lathyrus odoratus*, 18. *Lupinus x hybridus*, 19. *Phaseolus coccineus*, 20. *Tropaeolum x cultorum*, 21. *Impatiens balsamina*, 22. *Phlox drummondii*, 23. *Salvia splendens*, 24. *Nicotiana glauca*, 25. *Petunia x hybrida*, 26. *Antirrhinum majus*, 27. *Linaria bipartita*, 28. *Arctotis stoechadifolia*, 29. *Callistephus chinensis*, 30. *Centaurea cyanus*, 31. *Coreopsis grandiflora*, 32. *Cosmos bipinnatus*, 33. *Helichrisum bracteatum*, 34. *Dahlia x cultorum*, 35. *Tagetes patula*, 36. *Xeranthemum annuum*, *Zinnia elegans*.

В залежності від цього виділено 5 груп рослин, що відрізняються рівнем стійкості цього показника до металів. Найбільша чутливість виявлена у *Silene coeli-rosa*, *Papaver pavoninum*, *Phaseolus coccineus*, *P. rhoeas*, *Impatiens balsam*. Високий ступінь толерантності за даною ознакою виявляють *Arctotis stoechadifolia*, *Helichrisum bracteatum*, *Xeranthemum annuum*. Встановлена від'ємна кореляція між

ростом рослин та вмістом Fe та Cr у ґрунті, особливо останнього. У стійких видів коефіцієнти кореляції між вмістом у ґрунті та ростом більш низькі, ніж у чутливих видів.

Для того, щоб вияснити можливості фітоіндикації забруднення середовища Fe та Cr за допомогою декоративних квіткових рослин по пригніченні росту проведено аналіз зміни даного показника в залежності від рівня забруднення навколишнього середовища. У таких рослин як *Echscholtzia californica*, *Silene coeli-rosa*, *Papaver rhoeas* спостерігається чітка залежність доза-ефект. Ці види можна рекомендувати для індикації забруднення довкілля Fe і Cr за цим показником.

Виявлена тісна кореляція між накопиченням важких металів у ґрунті та мітотичною активністю в апікальних меристемах і ростом. Встановлено, що показники мітотичної активності можуть бути використані як критерій забруднення середовища Fe та Cr. Більш чутливі об'єкти це - *Impatiens balsamina*, *Silene coeli-rosa*, *Dianthus chinensis*.

Забруднення середовища Fe та Cr зменшує кількість бічних пагонів на рослині /рис.2/. В меншій мірі подавляється ріст бічних пагонів у представників родин Compositae, Scrophulariaceae, Solanaceae та Acanthaceae. В межах цих родин у більшості випадків більш значному пригніченню апікального росту відповідає менша ступінь подавлення галузнення.

Пригнічення утворення бічних пагонів призводить у різних видів до неоднакового ступеню зміни їх габітусу. Разом з цим від галузнення рослин залежить і кількість квітів.

В умовах надлишку Fe та Cr в навколишньому середовищі спостерігається різного роду патології розвитку стебла, особливо в умовах найбільшого забруднення. Серед них відмічаються такі як строчковидна або радіальна фасціація стебла /*Tropaeolum x cultura*, *Impatiens balsamina*, *Salvia splendens* та ін./, мутовчасте розташування пагонів /*Mirabilis jalapa*, *Silene coeli-rosa*, *Impatiens balsamina* /, карликовість окремих рослин. В останньому випадку листя формують прикореневу розетку.

Оцінка стану асиміляційного апарату. Встановлено, що зменшення інтенсивності поділу клітин апексу пагонів декоративних квіткових рослин в умовах забруднення середовища Fe та Cr не тільки подавляє апікальний ріст, але і впливає на утворення листкових примордіїв. Це веде до зниження кількості листків на пагоні, пригнічується розвиток асиміляційного апарату, особливо у представників род. Acanthaceae, Caryophyllaceae і Papaveraceae. В меншій мірі змінюється цей показник у представників родини Compositae, хоча і у її межах існує різниця у чутливості видів.

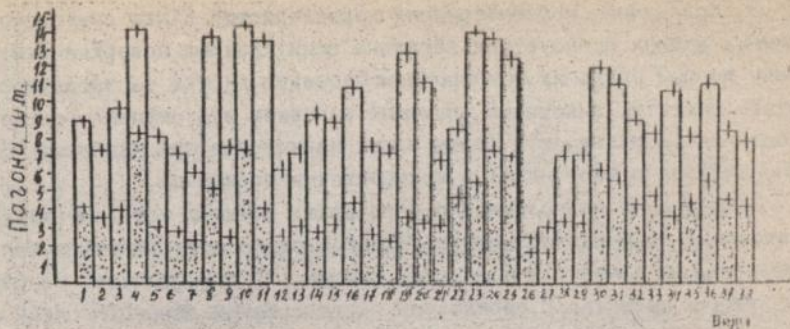


Рис. 2. Вплив забруднення середовища залізом і хромом на кількість пагонів у трав'яних декоративних рослин
 □ - контроль ▨ - дослід
 Назва видів як на рис. 1.

Досліджені види розбиті на 5 груп в залежності від кількості листків та ступеню накопичення важких металів в навколишньому середовищі.

Виявлено, що найбільш сильні зміни цього показника за градієнтом техногенного забруднення Fe та Cr спостерігаються у таких видів як *Amaranthus paniculatus*, *Impatiens balsamina*, що дозволяє рекомендувати ці види для фітоіндикації забруднення середовища. Для них характерна практично лінійна залежність зміни числа листків від рівня токсикантів. Високу чутливість виявляють і такі види як *Silene coeli-rosa*, *Dianthus chinensis*, хоча дозозалежний ефект виявляється менш чітко.

Разом із зменшенням кількості листових пластинок на рослинах в умовах забруднення середовища важкими металами відмічається і зменшення їх площини. Слід вказати, що більш суттєво цей показник змінюється у представників родин *Papaveraceae*, *Caryophyllaceae*, *Amaranthaceae*, особливо у таких видів як *Papaver rhoeas*, *P. rhoeas*, *Dianthus chinensis*, *Gypsophila elegans*, *Silene coeli-rosa*, *Lathyrus odoratus* і ін. Найбільш високі значення площі листка зберігаються у представників родин *Scrophulariaceae* та *Compositae* і в найменшій мірі - у таких видів як *Tagetes patula*, *Centaurea cyllus*, *Arctotis stoechadifolia*, *Antirrhinum majus*, *Linaria bipartita*. В цілому цей параметр змінюється менш у рослин, що ростуть в сфері дії промислових емісій.

Встановлено, що причиною пригнічення росту пластинок листків являється депресія мітозів у листових примордіях і молодих квітках. Стимується також і процес розтягування клітин.

З досліджених морфометричних характеристик більш суттєво у техногенних умовах зменшується загальна асиміляційна поверхня рослин, тому що цей показник визначається площиною листка та загальною кількістю листків, а остання величина залежить від ступеня розвитку пагонів та їх кількості. Кожен з цих параметрів при надлишку Fe та Cr зменшується в порівнянні з контрольними рослинами.

Забруднення навколишнього середовища важкими металами викликає патології формування листків. Більш частіше зустрічаються такі порушення, як асиметрія пластинки листка, її гофрованість та редукція, зростання листків. В середньому частота таких аберацій складає 3,2%. Дуже рідко зустрічається таке порушення як утворення листків воронкоподібної форми /*Silene coeli-rosa*, *Mirabilis Jalapa*, *Gomphrena globosa*/.

Найважливішим показником, що характеризує стійкість рослин в умовах аерогенного забруднення промисловими токсикантами, є пошкодження листків. Багато авторів використали його для оцінки толерантності рослин. Згідно нашим дослідженням цей показник зростає у ході вегетації декоративних квіткових рослин, що в значній мірі узгоджується з накопиченням Fe та Cr. Найсильніше пошкоджуються листки у *Phaseolus coccineus*, *Lathyrus odoratus*, менше - у *Agrostemma gracile*, *Lupinus x hybridus* та ін. Характер пошкоджень різноманітний. Це - крайовий некроз /*Zinnia elegans*, *Nicotiana alata*/, хлоротичні плями /*Petunia x hybrida*, *Impatiens balsamina*, *Papaver rhoeas*, *Nicotiana alata*/, відмирання кінчиків листків та опадіння нижніх листків /*Dianthus chinensis*, *Delphinium ajacis*/.

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ОДНОРІЧНИХ ДЕКОРАТИВНИХ РОСЛИН ЗА ЯКІСТЬ ЦВІТІННЯ В УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ СЕРЕДОВИЩА ЗАЛІЗОМ ТА ХРОМОМ

Інтенсивність цвітіння. В умовах електрометалургійного виробництва інтенсивність цвітіння знижується у всіх рослин. Найважливішою причиною цього являється пригнічення ініціації цвітіння, певну роль відіграє абортивність квітів та бутонів. Під абортивністю розуміється опадіння генеративних органів на різних фазах їх розвитку /Кіне та ін., 1991, Берньє та ін., 1992/.

Виявлені групи рослин у відповідності зі ступенем пригнічення інтенсивності цвітіння. Більш за все кількість квітів /суцвіть/ знижується у *Silene coeli-rosa*, *Lathyrus odoratus*, *Phaseolus coccineus*, *Impatiens balsamina*, *Linum grandiflorum* та ін. //рис.3/.

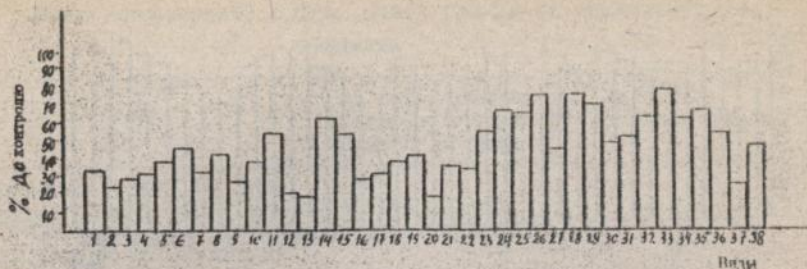


Рис. 3. Вплив забруднення навколишнього середовища залізом та хромом на кількість квіток /суцвіть/, що утворюються на протязі вегетації на одній рослині. Назва видів як на рис. I.

Встановлена позитивна кореляція між площею асиміляційної поверхні та інтенсивністю цвітіння. Більш суттєвий кореляційний зв'язок виявлено для видів, що ми віднесли до I групи: *Eschscholtzia californica*, *Phlox drummondii*, *Papaver rhoeas*, *P. pavoninum*, *Amaranthus paniculatus*, *A. caudatus*, *Celosia cristata*, *Gomphrena globosa* та ін., у яких пригнічення розвитку асиміляційного апарату найбільш значне.

Тривалість цвітіння. Встановлено, що у більшості досліджуваних видів у техногенних умовах зростання зміщуються строки початку та кінця цвітіння. У раді видів цей процес починається раніше, порівняно з контролем /*Gomphrena globosa*, *Celosia cristata*, *Papaver rhoeas* та ін./, у інших - пізніше /*Dianthus chinensis*, *Nigella damascena*, *Phaseolus coccineus* та ін./. Не змінюються строки початку цвітіння у незначній кількості видів. Незалежно від характеру зміни строків початку цвітіння рослин в умовах електрометалургійного виробництва, тривалість цього процесу скорочується порівняно з контролем, практично у всіх видів /рис.4/.

З залученням літературних даних обговорюється залежність інтенсивності цвітіння від площі асиміляційної поверхні.

Аномалії розвитку квітів. Тератоморфі. У різних видів декоративних трав'яних рослин в умовах забруднення середовища Fe і Cr спостерігається широкий спектр аномалій розвитку квітки. Більш часто зустрічаються патології структури квітки, рідше - аномалії структури суцвіть.

Забруднення середовища призводить до редукції тичинок, абортівання та недорозвитку пиляків, зростання елементів квітки, пелю-



Рис. 4. Вплив забруднення середовища залізом і хромом на тривалість терміну цвітіння. Назва видів як на рис. I.

вації, появи махровості та додаткових пелюсток, їх недорозвитку, асиметрії, пелоризації, перетворення у листкоподібні структури. Найбільш високий рівень флоральних аберацій у *Papaver rhoeas*, *Tro- paelum x cultorum*, *Nicotiana glauca*, *Dianthus chinensis*, *Silene coeli- rosa*, *Delphinium ajacis*. З аномалій структури суцвіть зустрічають- ся такі, як зменшення осі суцвіть, фасціація /*Delphinium ajacis*, *Salvia splendens*/, проліферація /*Calendula officinalis*, *Zinnia elegans elegans*/ Обговорюються можливі механізми тератологічних змін квіток та суцвіть в умовах надлишку в навколишньому середовищі важких ме- талів заліза та хрому.

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА СТАНУ ДЕКОРАТИВНИХ КВІТКОВИХ РОСЛИН ЗА МОРФОЛОГІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ В УМОВАХ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАЛІЗОМ І ХРОМОМ

На основі вивчення дії аерогенного забруднення навколишнього се- редовища Fe і Cr на біометричні параметри нами розроблена стобальна шкала оцінки стану рослин в умовах забруднення середовища. При цьо- му ми спиралися на шкалу, яку запропоновано В.Н.Биловим /1971/ для оцінки морфологічних ознак зі змінами стосовно до мети нашого до- слідження. Враховувались 10 найбільш важливих, з нашої точки зору, морфологічних ознак, кожен з яких має коефіцієнт значущості /таб./.

Виходячи з комплексної оцінки стану рослин за біометричними по- казниками та якістю цвітіння, ми розподілили всі досліджені рослини на 5 груп.

До першої перспективної групи відносно стійких видів, що мають можливість екологічного пристосування до нових умов середовища відно- сяються *Arctotis stoechadifolia*, *Xeranthemum annuum*, *Antirrhinum majus*, *Tagetes patula*, *Helichrisum bracteatum*.

Таблиця

Шкала комплексної оцінки стану рослин за морфологічними ознаками

Ознака	За 5-ти бальною шкалою	Коефіцієнт значущості ознаки	За 100 бальною шкалою
Забарвлення квітки та його стійкість	5	1	5
Розмір квітки або суцвіття	5	1	5
Інтенсивність цвітіння	5	3	15
Якість пелюстків віночка	5	2	10
Тривалість цвітіння	5	3	15
Висота рослин	5	2	10
Розмір листків	5	2	10
Кількість листків	5	2	10
Пошкодженість листків	5	2	10
Всього			100

Друга група перспективності включає досить стійкі рослини: *Mattiola incana*, *Petunia x hybrida*, *Callicterphus chinensis*, *Coreopsis grandiflora*, *Cosmos bipinnatus*, *Centaurea cyanus*, *Tagetes erecta*.

До групи середньостійких видів входять: *Gomphrena globosa*, *Agrostemma gracile*, *Gypsophila elegans*, *Nigella damascena*, *Iberis amara*, *Linaria bipartita*, *Zinnia elegans*, *Dahlia x cultorum*, *Calendula officinalis*.

До четвертої групи чутливих до забруднення рослин ввійшли: *Amaranthus paniculatus*, *A. caudatus*, *Celosia cristata*, *Mirabilis jalapa*, *Silene coeli-rosa*, *Delphinium ajacis*, *Eschscholtzia californica*, *Tropaeolum x cultorum*, *Phlox drummondii*, *Salvis splendens*.

До п'ятої групи дуже чутливих видів відносяться: *Dianthus chinensis*, *Paraver rhoeas*, *P. pavoninum*, *Phaseolus coccineus*, *Lathyrus odoratus*, *Impatiens balsamina*.

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що в межах вивчених нами родин, види відрізняються за ступенем стійкості. Однак, загальна характеристика родин дає підставу зробити заключення про найбільшу стійкість представників родин *Compositae*, *Scrophulariaceae*, *Cruciferae*. Високу чутливість при оцінці з комплексу біологічних ознак виявили представники, що відносяться до більш еволюційно примітивних родин *Paraveraceae*, *Ranunculaceae*.

Однак необхідно вказати, що в межах однієї родини зміна показни-

ків росту при дії на рослини важких металів може суттєво відрізнятися. Можливо це зв'язано зі специфічними видовими ідіоадаптаціями до різних екологічних ніш. Так, серед представників родини Compositae є види з різним ступенем чутливості, що в значній мірі визначається їх екологічним походженням. Такі рослини як *Arctotis stoechadifolia*, *Coreopsis grandiflora*, *Xeranthemum annuum*, *Tagetes erecta*, *T. patula*, *Gaillardia pulchella*, *Helichrisum bracteatum*, що проявляють високу стійкість до техногенного забруднення важкими металами в природних умовах зростання мало вимогливі до якості і вологості ґрунту. При зіставленні стійкості видів у межах інших родин спостерігається подібна закономірність.

Диференційований підхід до стійкості рослин дозволяє рекомендувати асортимент для озеленення територій з різним рівнем аерогенного забруднення Fe та Cr.

У зонах з більш високим рівнем забруднення ми пропонуємо використовувати рослини I-ої групи, у зоні сильного забруднення - рослини I-ої і II-ої груп, у зоні середнього забруднення, крім перших двох груп, приєднуються рослини III-ої групи. У зоні слабого забруднення, разом з вищепереліченими, можна використовувати рослини IV-ої групи. Рослини V-ої групи ми не рекомендуємо використовувати для озеленення промислових територій. Ряд представників цієї групи ми пропонуємо застосовувати для фітоіндикації забруднення довкілля.

ВИКОРИСТАННЯ ДЕКОРАТИВНИХ ОДНОРІЧНИХ КВІТКОВИХ РОСЛИН ДЛЯ ФІТОІНДИКАЦІЇ ЗАБРУДНЕННЯ СЕРЕДОВИЩА ЗАЛІЗОМ ТА ХРОМОМ

Накопичення заліза і хрому в листках декоративних рослин. Фітоіндикаційний аспект. Аналіз даних по абсолютному накопиченню важких металів у тканинах листків 39 видів декоративних квіткових рослин дозволив рекомендувати деякі з них для насаджень санітарно-гігієнічного призначення у зоні підприємств та цехів з забрудненням навколишнього середовища Fe і Cr. Високим накопиченням цих елементів характеризуються такі рослини як *Papaver rhoeas*, *P. pavoninum*, *Eschscholtzia californica*, *Celosia cristata*, *Mirabilis jalapa*, *Gypsophila elegans*, *Lupinus x hybridus*. Слід відмітити, що при обліку середоочисної ролі рослин, треба враховувати не тільки рівні накопичення металів, але і їх толерантність. Такі види як *Lathyrus floratus*, *Amaranthus paniculatus*, *Celosia cristata*, *Nicotiana glauca*, *Mirabilis jalapa* та інші, хоча і накопичують метали у високих концентраціях, але внаслідок слабого розвитку вегетативної маси в умовах забруднення не ефективні як очищувачі середовища. З цієї метою

можна використовувати *Antirrhinum majus*, *Arctotis stoechadifolia*, *Tagetes patula*, *Helichrisum bracteatum* та інші. Встановлено, що в межах кожної родини є варіації у змісті заліза і хрому в листках, однак є значна тенденція до більшого або меншого накопичення для ряду родин як у контролі, так і в умовах забруднення даними металами довкілля. При цьому певного збігу рядів накопичення елемента у контролі і досліді не спостерігається. Більш високими показниками накопичення Fe і Cr у контролі характеризуються такі родини як Leguminosae, Asteraceae, Caryophyllaceae, Scrophulariaceae, Papaveraceae в умовах надлишку заліза і хрому – Leguminosae, Amaranthaceae, Asteraceae, Papaveraceae, Caryophyllaceae, Scrophulariaceae.

Для оцінки можливості використання видів для моніторингу стану навколишнього середовища використовують не абсолютне накопичення металу, а коефіцієнт його відносного накопичення. Нами виявлені види, що характеризуються високими значеннями цієї величини одного або обох, як Fe, так і Cr. Більш показовими індикаторами забруднення навколишнього середовища залізом є: *Lupinus x hybridus*, *Phaseolus coccineus*, *Lathyrus odoratus*, *Nicotiana alata*, *Celosia cristata*, *Amaranthus paniculatus*; хромом – *Lupinus x hybridus*, *Papaver pavoninum*, *Tagetes erecta*, *Lathyrus odoratus*, *Agrostemma gracile*, *Silene coeli-rosa*.

Використання стану пилку у фітоіндикації забруднення середовища.

Побічним показником мутагенності та фітотоксичності забруднювачів довкілля може бути життєздатність пилку. Особливо чутливим до забруднення середовища важкими металами являється процес формування пилкових зернин у *Papaver rhoeas*, *Eschscholtzia californica*, *Lathyrus odoratus*, *Scabiosa atropurpurea*, *Nicotiana alata*, *Phaseolus coccineus*, про що свідчить високий процент їх стерильності /рис.4/ та зміна розмірів у більшості вивчених видів. Слід відзначити, що падіння фертильності пилку – більш надійний показник. У вищеперелічених видів спостерігається залежність доза-ефект при зборі проб за градієнтом техногенного навантаження. Для того, щоб зіставити дані про ступінь абортивності пилку в умовах забруднення середовища порівняно з контролем використовували коефіцієнт стерильності /рис.4/. Це відношення стерильності пилку в моніторингових точках до цього ж показника у контролі. Про зміни якості пилкових зернин декоративних рослин в умовах хронічної дії на них інгредієнтів промислових викидів свідчить зменшення їх середніх розмірів, особливо у таких видів як *Mirabilis jalapa*, *Tropaeolum majus*, *Nicotiana alata* та інші. Нами встановлено, що для виявлення фітотоксичності та

мутагенності дії промислових токсикантів /Fe іCr/, можна широко використати пилок таких квіткових декоративних рослин як *Lathyrus odoratus*, *Impatiens balsamina*.

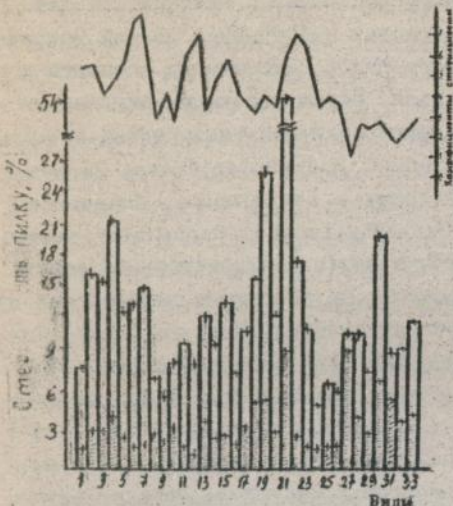


Рис.4. Вплив забруднення середовища на фертильність пилку декоративних квіткових рослин

▨ - контроль □ - завод

1. *Gomphrena globosa*, 2. *Mirabilis jalapa*, 3. *Delphinium ajacis*, 4. *Dianthus chinensis*, 5. *Silene coeli-rosa*, 6. *Papaver rhoeas*, 7. *Eschscholtzia californica*, 8. *Alissum maritima*, 9. *Iberis amara*, 10. *Mattiola bicornis*, 11. *Phaseolus coccineus*, 12. *Lathyrus odoratus*, 13. *Tropaeolum majus*, 14. *Linum grandiflorum*, 15. *Impatiens balsamina*, 16. *Godetia amoena*, 17. *Phlox drummondii*, 18. *Verbena x hybrida*, 19. *Scabiosa atropurpurea*, 20. *Salvia splendens*, 21. *Petunia x hybrida*, 22. *Nicotiana glauca*, 23. *Antirrhinum majus*, 24. *Arctotis stoechadifolia*, 25. *Tagetes erecta*, 26. *T. patula*, 27. *Gaillardia pulchella*, 28. *Callendula officinalis*, 29. *Cosmos bipinnatus*, 30. *Zinnia elegans*, 31. *Dahlia x cultorum*, 32. *Helichrisum bracteatum*, 33. *Sanvitalia procumbens*.

Можливості фітоіндикації забруднення природного середовища залізом і хромом за вмістом хлорофілу. Встановлена можливість використання декоративних квіткових рослин для фітоіндикації забруднення навколишнього середовища за зміною вмісту зелених пігментів. Найбільше падіння кількості суми хлорофілів в листках під впливом важких металів характерно для представників родин *Papaveraceae* і *Amaranthaceae*. Менше всього змінюється цей показник у представників родини *Compositae*. Порівняння видів за ступенем зміни вмісту зеленого пігменту під впливом промислових емісій свідчить, що як найбільш чутливі індикатори забруднення доводиться можуть використовуватись види *Amaranthus paniculatus*, *Dianthus chinensis*, *Papaver pavoninum*, *Impatiens balsamina*, *Lathyrus odoratus*. Зниження кількості суми хлорофілів у цих видів відбувається за градієнтом техногенного навантаження.

Вплив аерогенного забруднення навколишнього середовища на вміст хлорофілу у листках декоративних квіткових рослин. Зіставлення даних про вплив забруднення середовища Fe іCr на зміну хлорофілу та проміну у рослин, що вивчають, свідчить про відсутність такого зв'язку.

між цими показниками, на які вказує Э.Пердріве /1974/. Так, у ряду видів зниження вмісту хлорофілу в листках рослин дослідних варіантів, порівняно з контролем, супроводжується накопиченням проліну *Antirrhinum majus*, *Ageratum houstonianum*, *Tagetes patula* /, у інших відмічається падіння кількості як одного, так і другого сполучень /*Lathyrus odoratus*, *Phlox drummondii*/ або зростання їх вмісту /*Arctotis x hybrida*/.

У стійких за морфологічними ознаками рослин *Arctotis x hybrida*, *Xeranthemum annuum*, *Ageratum houstonianum* кількість проліну при підвищенні вмісту Fe і Cr в навколишньому середовищі збільшується. Реакція чутливих рослин /*Dianthus chinensis*, *Lathyrus odoratus* та інші/ змінюється в залежності від концентрації металів у ґрунті. В умовах слабого забруднення спостерігається збільшення кількості проліну у листках *Phlox drummondii*, *Impatiens balsamina*. При більшій концентрації полутантів, відзначається протилежна залежність між ступенем забруднення та кількістю проліну. Оскільки в рівнем забруднення вміст проліну збільшується майже лінійно, особисто у *Arctotis x hybrida* і *Xeranthemum annuum*, порівняно з контролем, вони можуть бути використані для біоіндикації стану довкілля.

Таким чином, аналіз одержаних результатів дозволив виділити для індикації забруднення середовища залізом і хромом чутливі види не тільки за зміною морфологічних параметрів /ріст, площа листкової пластинки, кількість листків, розміри квіток та суцвіть, пошкодження листків та квіток і т.д./, але і цитологічних /інтенсивність поділу меристематичних клітин, стерильність пилку/, а також фізіологічних /накопичення хлорофілу і проліну/ показників. Нами виявлені рослини-індикатори, які мають широкий спектр ознак проявлення негативної дії надлишку Fe і Cr. Так, за інтенсивністю поділу клітин у апікальній меристемі можуть використовуватись такі види як *Silene coeli-rosa*, *Papaver rhoeas*, *Eschscholtzia californica*; за пошкодженням листків - *Dianthus chinensis*, *Papaver rhoeas*, *Lathyrus odoratus*, *Tropaeolum x cultorum*, *Impatiens balsamina*, *Phlox drummondii*, *Nicotiana glauca*; за вмістом заліза в листках - *Amaranthus paniculatus*, *Celosia cristata*, *Papaver rhoeas*, *P. pavoninum* і т.д. Це дає можливість провести швидкий експрес-аналіз стану середовища за декількома ознаками. Крім того, використання декоративних квіткових рослин дуже перспективне тому, що вони можуть бути рекомендовані для індикації забруднення навколишнього середовища на протязі всієї вегетації з використанням того чи іншого показника.

ВИСНОВКИ

1. Забруднення навколишнього середовища залізом і хромом викликає пригнічення росту стебла та формування асиміляційного апарату однорічних декоративних трав'янистих рослин. Причиною цього є депресія мітотичної активності розтягування клітин у порівнянні з такими ж рослинами контрольної ділянки. Ступінь подавлення росту вегетативних органів має видову специфіку. Виявлені толерантні та чутливі види рослин за даними показниками.

2. Встановлена позитивна кореляція між інгибуванням росту, пошкодженням рослин та вмістом заліза і хрому у ґрунті. У ряді видів при зміні таких показників як висота рослин, кількість листків, їх площа, спостерігається чітка залежність доза-ефект. Ці види можна використовувати для фітоіндикації забруднення навколишнього середовища цими металами за біометричними критеріями. Показовими тест-об'єктами забруднення навколишнього середовища при оцінці пригнічення росту рослин являються *Silene coeli-rosa*, *Papaver pavoninum*, *Impatiens balsamina* та інші; площі листків - *Amaranthus paniculatus*, *A. caudatus*, *Silene coeli-rosa*, *Celosia cristata* та інші; за зміною кількості листків - *Amaranthus paniculatus*, *Silene coeli-rosa*, *A. caudatus* та інші.

3. Забруднення навколишнього середовища залізом і хромом призводить до зниження якості цвітіння однорічних декоративних квіткових рослин. Спостерігається зменшення таких показників як інтенсивність цвітіння та його тривалість. Змінюється строки цвітіння, що виявляється як у більш ранньому, у порівнянні з контролем, переході до генеративного розвитку *Gomphrena globosa*, *Coreopsis grandiflora*, *Petunia x hybrida*, *Silene coeli-rosa*, *Celosia argentea*, *Papaver rhoeas* /, так і в більш пізньому *Dianthus chinensis*, *Nigella damascena*, *Eschscholtzia californica*, *Phaseolus coccineus*, *Salvia splendens* та інші/.

4. По ступеню негативного впливу надлишку заліза та хрому в умовах техногенних територій на якісні ознаки цвітіння, їх можна розташувати у наступній послідовності: тривалість цвітіння, інтенсивність цвітіння, колір квітки, розмір квітки, якість пелюсток.

5. У рослин, що ростуть у сфері впливу емісії заліза і хрому, істотно підвищується відсоток тератологічних змін вегетативних і генеративних органів декоративних рослин. Спостерігаються такі патології як стрічкоподібна фасціація *Ipomoea x cultorum*, *Impatiens balsamina*, *Salvia splendens*, *Delphinium ajacis* /, кільцеве розташування пагонів *Impatiens balsamina*, *Mirabilis jalapa* /, зміна габітусу рос-

лин /*Helichrisum bracteatum*/, листків - як асиметрія пластинки, її гофрованість та редукція, зростання листків, утворення листків-воронкоподібної форми. Частіше відмічаються аномалії, що стосуються структури суцвіття і проліферації. На підставі власних та літературних даних обговорюються можливі причини виникнення патології розвитку органів при надлишку Fe і Cr у навколишньому середовищі.

6. Встановлено зниження чоловічої фертильності квіток під впливом важких металів /Fe і Cr/, що проявляється у зростанні кількості квіток з тичинками, що абортвані, недорозвиненістю або абортваністю пиляків, зниженням фертильності пилку. Найбільш чутливий до забруднення середовища процес мікроспорогенезу у *Papaver rhoeas*, *Eschscholtzia californica*, *Lathyrus odoratus*, *Scabiosa atropurpurea*, *Nicotiana glauca*, *Phaseolus coccineus*, у яких зростання стерильності пилку здійснюється за градієнтом техногенного забруднення. Перелічені види рекомендуються для біотестування забруднення навколишнього середовища залізом і хромом.

7. Визначені види з великими значеннями абсолютного накопичення Fe і Cr. Рекомендується використовувати їх для санації ґрунту на забруднених цими елементами техногенних територіях. Ряд видів, що зростають в умовах техногенного навантаження, характеризуються високим коефіцієнтом відносного накопичення заліза /*Eschscholtzia californica*, *Papaver rhoeas*, *P. pavoninum*, *Lupinus x hybridus*, *Lathyrus odoratus*, *Celosia cristata*, *Amaranthus paniculatus*/ та хрому /*Mirabilis jalapa*, *Gypsophila elegans*, *Lupinus x hybridus*, *Lathyrus odoratus*, *Petunia x hybrida*, *Nicotiana glauca*, *Tagetes erecta*. Вони рекомендуються як біоіндикатори забруднення навколишнього середовища даними елементами.

8. На підставі специфіки відповідних реакцій декоративних квіткових рослин в умовах техногенних емісій заліза і хрому встановлені чутливі тест-об'єкти для індикації забруднення середовища з використанням таких критеріїв, як зміна вмісту хлорофілу і проліну в листках. При використанні такого показника як вміст хлорофілу, індикаторними рослинами являються *Amaranthus paniculatus*, *Dianthus chinensis*, *Papaver pavoninum*, *Impatiens balsamina*, *Lathyrus odoratus*. При використанні пролінової проби в умовах як слабого, так і сильного забруднення, для фітоіндикації середовища можна використати *Phlox drummondii* і *Impatiens balsamina*, при високих концентраціях Fe і Cr в навколишньому середовищі тест-об'єктами можуть бути також *Arctotis x hybrida*, *Xeranthemum annuum*, *Ageratum houstonianum*.

9. Розроблена шкала оцінки стійкості квіткових декоративних рослин

до забруднення навколишнього середовища Fe і Cr за комплексом морфологічних ознак в залежності від їх толерантності до надлишку у ґрунті цих елементів. Прийнята оцінка за 10-ма ознаками з загальною максимальною сумою 100 балів. Це дозволило здійснити диференційований підхід до озеленення в залежності від рівня забруднення.

10. На підставі інтегральної оцінки стійкості рослин, що була проведена з використанням запропонованої нами шкали оцінки видів, виділено 5 груп рослин. У зоні сильного забруднення можна використати рослини перших двох груп: *Arctotis stoechadifolia*, *Xeranthemum annuum*, *Tagetes patula*, *T. erecta*, *Helichrisum bracteatum*, *Anterrhinum majus*, *Mattiola incana*, *Petunia x hybrida*, *Callistephus chinensis*, *Coreopsis grandiflora*, *Cosmos bipinnatus*, *Centaurea cyanus*. У зоні середнього забруднення - рослини третьої групи: *Gomphrena globosa*, *Agrostemma gracile*, *Gypsophila elegans*, *Nigella damascena*, *Iberis amara*, *Linaria bipartita*, *Zinnia elegans*, *Dahlia x cultorum*, *Calendula offic.*

Для озеленення санітарних зон пропонуємо види, що ввійшли у четверту групу чутливих рослин: *Amaranthus paniculatus*, *A. caudatus*, *Celosia cristata*, *Mirabilis jalapa*, *Silene coeli-rosa*, *Delphinium ajacis*, *Eschscholtzia californica*, *Tropaeolum x cultorum*, *Phlox drummondii*, *Salvia splendens*, *Nicotiana glauca*.

Рослини, що ввійшли до V групи, для озеленення використовувати не рекомендуємо.

Fendjr L.M. Biological value of annual ornamental plants under the conditions of electric metallurgical plant and phytoindication of Fe and Cr pollution.

The Candidate Thesis for a Master Degree (biological sciences), the Speciality 03.00.01. - Botany. - Nickitsky Botany garden, Jalta, 1996.

The characteristics of growth, assimilative apparatus, flower plants under conditions of Fe and Cr environmental pollution.

The scale of estimate of plants stability according to the complex morphobiological indications under these conditions was proposed. Sensitive test-objects for indication of environment by these elements were exposed.

The assortment of ornamental flower plants for planting of greenery of technogenic regions with different level of heavy metals pollution (Fe and Cr) has been studied.

Фендюр Л.М. Биологическая оценка декоративных однолетних растений в условиях электрометаллургического завода и фитондикация за-

загрязнения среды железом и хромом.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.01. - ботаника. - Никитский ботанический сад. Ялта, 1996.

Изучены характеристики роста, ассимиляционного аппарата, цветения, степень повреждаемости и тератогенез декоративных цветочных растений в условиях загрязнения окружающей среды железом и хромом. Предложена шкала оценки устойчивости растений по комплексу морфо-биологических признаков в этих условиях. Выявлены чувствительные тест-объекты для индикации окружающей среды этими элементами. Изучен ассортимент цветочных декоративных растений для озеленения техногенных территорий с различным уровнем загрязнения тяжелыми металлами / Fe и Cr /.

Ключевые слова: загрязнение среды, травянистые декоративные растения, фитоиндикация загрязнения, шкала оценки, ассортимент.

Список печатних робіт

1. Фітоіндикація атмосферного повітря // Тез. доп. наук. - практ. конф. 10-12 вер. 1991 "Проблеми ґрунтознавства та фітотерапії" - Львів. - 1991. - С. 140 / у співавторстві з Пересипкіною Т.М., Дубовою О.В. /
2. Біоіндикація атмосферного повітря з допомогою рослин // Тез. докл. Всесоюз. конф. - Черновці. - 1991. - Т. 2. - С. 132 / у співавторстві /
3. Исследование устойчивости однолетних цветочных растений в условиях металлургического предприятия // Деп. в ГНТБ Украины, № 2335 УК-93 от 18.11.93, 1993. - 16 с. / у співавторстві з Бессоновой В.П. /
4. Влияние физиологически активных веществ на декоративность интродуцированных кустарников в условиях аэрогенного загрязнения среды // Сб. Экологические проблемы интродукции растений на современном этапе: вопросы теории и практики. Краснодар, 1993. - С. 58 / у співавторстві з Бессоновой В.П. /
5. Количественные изменения органических форм фосфора в вегетативных органах календулы лекарственной под влиянием избытка железа и хрома // Деп. в ГНТБ Украины, № 413-УК-94, 1994. - 9 с. / у співавторстві /
6. Flowering annual plants in monitoring of the environment pollution by heavy metals // Central and Eastern European Regional Meeting. - 23-27 August. - 1993. - Poznan-Kozubnic. Poland. - p. 47 / у співавторстві з Bessonova V.P., Dubovaja E.V. /
7. Вплив надлишку мікроелементів у середовищі вирощування деяких форм органічного фосфору на гідків лікарських // Тез. доп. Міжнарод. наук. конф. 23-25 листоп. 1993 р. - Чернівці. - С. 178 / в співавторстві /

8. Морфо-фізіологічний підхід до оцінки якості навколишнього середовища//Тез. доп. II з'їзду України товар. фізіол. росл., Київ, 1993.- С. 36-37 /у співавторстві/.
9. Passive monitoring of the environment pollution by heavy metals Using herbs//Symposium on Ecosystem Behaviour: Evaluation of Integrated Monitoring in Small Catchments, Prague, September, 18-20, 1993.- p.24 /у співавтор. з Bessonova V., Dubovaja E./.
10. Heavy metals in the "plant-soil" system//International Symposium on ecological chemistry Chisinau, Moldova, 1995, p.18 /у співавтор. з Bessonova V.P./.
11. Состояние ассимиляционного аппарата декоративных цветочных растений и фитоиндикация загрязнения среды//Деп. в ГНТБ України, №2278 УК-95, 1995.- 15 с.
12. Мужская фертильность декоративных цветочных растений как индикатор загрязнения природной среды//Деп. в ГНТБ України, №2277 УК-95, 1995.- 11 с./у співавторстві з Бессоновой В.П./.
13. Использование травянистых декоративных растений для озеленения металлургических предприятий//Тез. докл. междунар. конф. 25-27 сент. 1995, Ялта,- С.78.
14. Индикация загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами по содержанию пролина в листьях декоративных цветочных растений//Fourth central and eastern european regional meeting of ecotox (Society of ecotoxicology and environmental protection), Dnepropetrovsk, 1995, - P.34 /у співавтор. з Бессоновой В.П./.
15. Влияние аэрогенного загрязнения навколишнього середовища на вміст проліну у листках декоративних квіткових рослин /Укр. Бот. журн.- 1995.- №6.- С.839-845 / у співавтор. з Бессоновой В.П., Пересипкінової Т.Н./.
16. Можливості використання декоративних квіткових рослин для фітотієндикації забруднення навколишнього середовища. Вміст зелених пігментів /Укр. Бот. журн.,-1996.- №2 /у співавторстві/. Прийнята до друку.

БЕНДОР ЛЮДМИЛА МИХАЙЛІВНА

АВ 34.174

Підписано до друку 22.02.1996р. Формат папіру 80х84/16

м.Запоріжжя, ВОП Облістату, зам. №288, тираж 20 прим.