

УДК 581.1

ВПЛИВ УМОВ ШАХТНИХ ТЕРИТОРІЙ НА АКТИВНІСТЬ ОКСИДОРЕДУКТАЗ КВІТКОВО-ДЕКОРАТИВНИХ РОСЛИН

Лихолат Ю. В.¹, Россихіна Г. С.², Найданова Н. С.¹

Вплив умов шахтних територій на активність оксидоредуктаз квітково-декоративних рослин. — Ю. В. Лихолат¹, Г. С. Россихіна², Н. С. Найданова¹. — Встановлено зміни активності оксидоредуктаз рослин *Iris hybrida hort.*, *Calendula officinalis L.*, *Tagetes patula L.*, *Petunia x hybrida Vilm.*, *Salvia splendens Sello et Nees* за дії промислової емисії шахтних підприємств. Впродовж онтогенезу відмічено стимуляцію активності супероксиддисмутази, каталази, пероксидази та поліфенолоксидази в фотосинтезуючій тканині квітково-декоративних рослин.

Ключові слова: шахтні території, супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидаза, поліфенолоксидаза, *Iris hybrida hort.*, *Calendula officinalis L.*, *Tagetes patula L.*, *Petunia x hybrida Vilm.*, *Salvia splendens Sello et Nees*.

Адреса: ¹— Кафедра фізіології та інтродукції рослин Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара, пр. Гагаріна, 72, м. Дніпропетровськ, 49010, Україна; ²— Науково-дослідний інститут біології Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара, пр. Гагаріна, 72, м. Дніпропетровськ, 49010, Україна; e-mail: anna-rossihina@rambler.ru

Influence of mine territories conditions on activity oxyreductases of ornamental flower plants. — Yu. Lykholat¹, A. Rossihina², N. Najdanova¹. — Changes of oxyreductases activity of plants of *Iris hybrida hort.*, *Calendula officinalis L.*, *Tagetes patula L.*, *Petunia x hybrida Vilm.*, *Salvia splendens Sello et Nees* under action of the mine enterprises industrial emission were determined. On ontogenesis extent stimulation of activity of superoxyddismutase, catalase, peroxydase, polyphenoloxydase in photosynthetic tissue of ornamental flower plants is marked.

Key words: mine territories, superoxyddismutase, catalase, peroxydase, polyphenoloxydase, *Iris hybrida hort.*, *Calendula officinalis L.*, *Tagetes patula L.*, *Petunia x hybrida Vilm.*, *Salvia splendens Sello et Nees*.

Address: ¹— Cathedra of plants physiologies and introduction of the National Dniepropetrovsk University by the name of Oles Gonchar, Gagarin av., 72, Dniepropetrovsk, 49010, Ukraine; ²— Scientific-research institute of biology of the National Dniepropetrovsk University by the name of Oles Gonchar, Gagarin av., 72, Dniepropetrovsk, 49010, Ukraine; e-mail: anna-rossihina@rambler.ru

Вступ

В сучасних екологічних умовах індустріального Придніпров'я одним з ключових елементів оптимізації середовища є рослини. Озеленення промислових територій цехів та санітарно-захисних зон промислових підприємств має велике значення для захисту біосфери від згубного впливу токсичних газів, металевого пилу. Зелені рослини є живими фільтрами, які очищують атмосферу. В роботах І.О. Зайцевої [5], Ю.В. Лихолата [10], Л.Г. Долгової [4] та ін. відмічено, що рослини, які зростають на територіях промислових майданчиків відчувають хронічну дію атмосферних токсикантів і можуть знаходитись в пригніченому стані, пошкоджуватись і гинути. При цьому більш стійкі за таких умов – трав'янисті рослини, і особливо, квітково-декоративні, які є обов'язковим елементом при озелененні кожного підприємства.

Як відомо з літературних джерел [6–9], за дії різноманітних стресових факторів в рослинних організмах відбувається підвищення інтенсивності процесів пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) [6, 8, 9, 11] і як наслідок, радикальних і молекулярних продуктів. Це відбивається на проникності мембран та життєдіяльності клітин і тканин. Не-

специфічною відповіддю рослинних організмів на такі перебудови метаболізму є активація специфічних оксидоредуктаз супероксиддисмутази (СОД), каталази, пероксидази та поліфенолоксидази [1, 2, 3]. Оскільки формування високо якісного асортименту квітково-декоративних насаджень стійких до промислових умов існування на даний час є актуальною проблемою рослинництва, метою даної роботи було з'ясування оцінки реакції оксидоредуктаз квіткових рослинних організмів за умов хронічного поглинання токсичних речовин із повітря шахти «Степова».

Матеріал та методи досліджень

Дослідження проводили на рослинах *Iris hybrida hort.*, *Calendula officinalis L.*, *Tagetes patula L.*, *Petunia x hybrida Vilm.*, *Salvia splendens Sello et Nees*, які зростали на промисловій території шахти «Степова» м. Першотравенська. Умовним контролем слугували рослини ботанічного саду Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара. Добір рослин проводили на стадіях проростків, бутонізації та цвітіння. Повторюваність досліду в кожному варіанті – трьохкратна. Активність супероксиддисмутази оцінювали за рівнем гальмування ферментом процесу відновлення ніт-

росинього тетразолію в присутності NADH і феназинметасульфату згідно [13, 17]. Активність бензидин-пероксидази визначали за швидкістю реакції окиснення бензидину до утворення продукту окиснення синього кольору згідно [12]. Активність каталази визначали за кількістю розкладеного перекису водню під дією ферментного препарату шляхом титрування перманганатом калію [14]. Активність поліфенолоксидази (ЕС 1.10.3.1) визначали фотоколориметричним методом [15], що заснований на визначенні швидкості реакції окислення фенольних сполук (поліфенолдіаміна) до утворення продуктів окиснення фіолетового кольору певної концентрації. Статистичну обробку одержаних цифрових даних здійснювали на 5%-ому рівні значущості за допомогою електронних

таблиць «Microsoft Excel». На рисунках наведено середні значення показників, їх стандартні похибки за П.Ф. Рокицьким [16].

Результати досліджень

Результати дослідження супероксиддимутазної активності представлені на рис. 1. Аналіз отриманих даних свідчить про те, що представлені рослини реагували на вплив промислових шахтних емісій достовірним зростанням ферментативної активності. Так, в фотосинтезуючих тканинах *I. hybrida hort.* в фазу проростків рівень СОД перевищував контроль в 1,2 рази. На наступних етапах розвитку (фази бутонізації та цвітіння) цей показник у дослідних варіантах був збільшеним порівняно з контрольним відповідно в 1,3 та 1,4 рази.

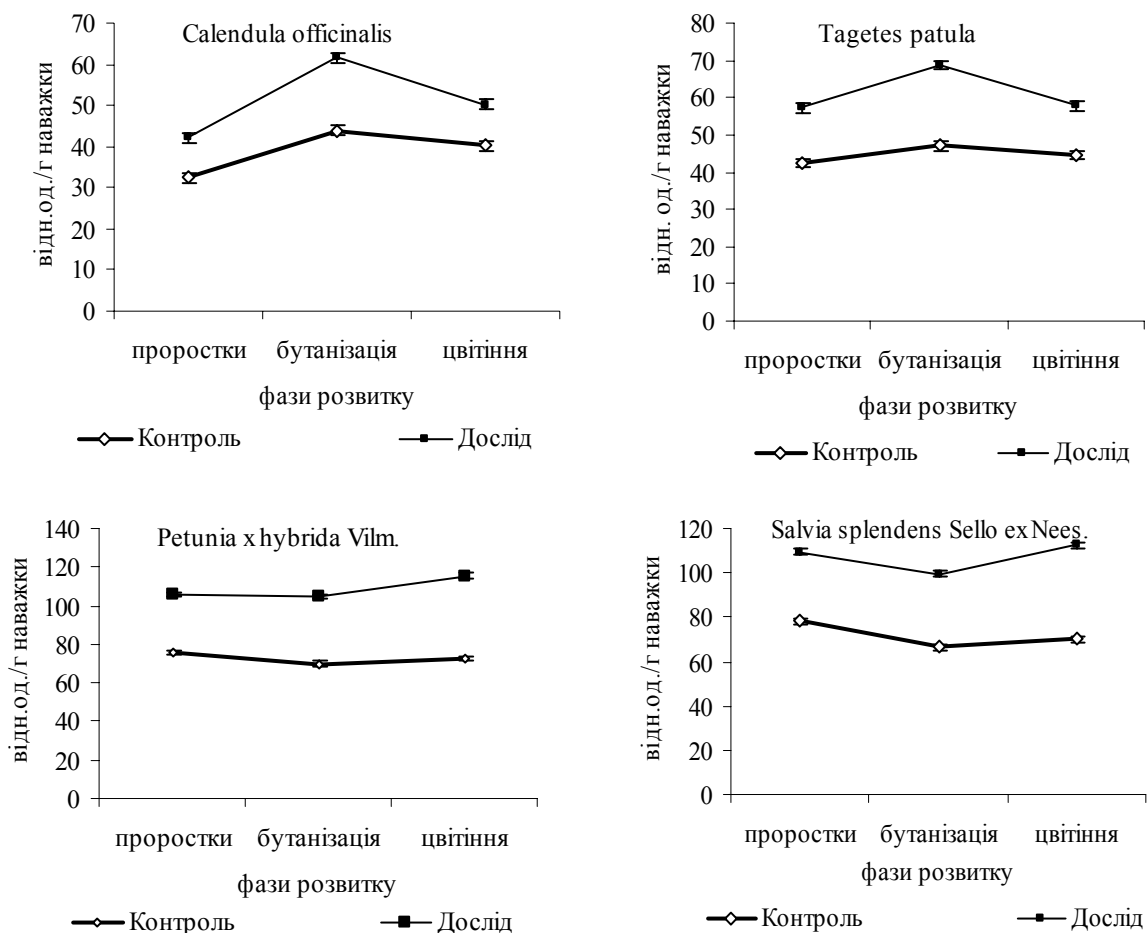


Рис. 1. Супероксиддисмутазна активність в листках квітково-декоративних рослин за різних умов існування: контроль – Ботанічний сад ДНУ ім. Олесея Гончара, дослід – шахта «Степова».

Fig. 1. Superoxyddismutase activity in the leaves of ornamental flower plants at the different condition of growing: the control – the Botanical garden of the National Dnipropetrovsk University by the name of Oles Gonchar, experience – mine «Stepova».

У пагонах *C. officinalis* та *T. patula* зафіксовано аналогічні зміни активності ферменту. На етапі появи проростків рівень супероксиддисмутазу був збільшеним в 1,3 й 1,35 рази відповідно. Стадії бутонізації

притаманне максимальні значення активності й зростання її в 1,4 й 1,46 рази. Фаза цвітіння характеризувалась певним зниженням рівня СОД, але залишалась вище за контрольні зразки в 1,25 і 1,3 рази.

P. x hybrida та *S. splendens* характеризувались високими показниками активності й рівень якої перевищував контроль в 1,4 рази на етапі проростків, в 1,5 рази – на етапі бутонізації та в 1,6 рази – цвітіння.

Каталазна активність змінювалась аналогічним чином (рис.). Відмічено, що для *I. hybrida hort*, *P. x hybrida* та *S. splendens* характерні незначні зміни активності ферменту у весь досліджуваний період. В фазу проростків спосте-

рігалось збільшення активності в 1,2 рази та в 1,3–1,2 рази відповідно в фази бутонізації й цвітіння.

Дані по реакції рослинних організмів *C. officinalis* та *T. patula* свідчать про високу каталазну активність в пагонах в фазу проростків (перевищення контролю в 1,4 рази). В подальшому рівень активності планомірно зростає і перевищував контроль в 1,5–1,6 рази.

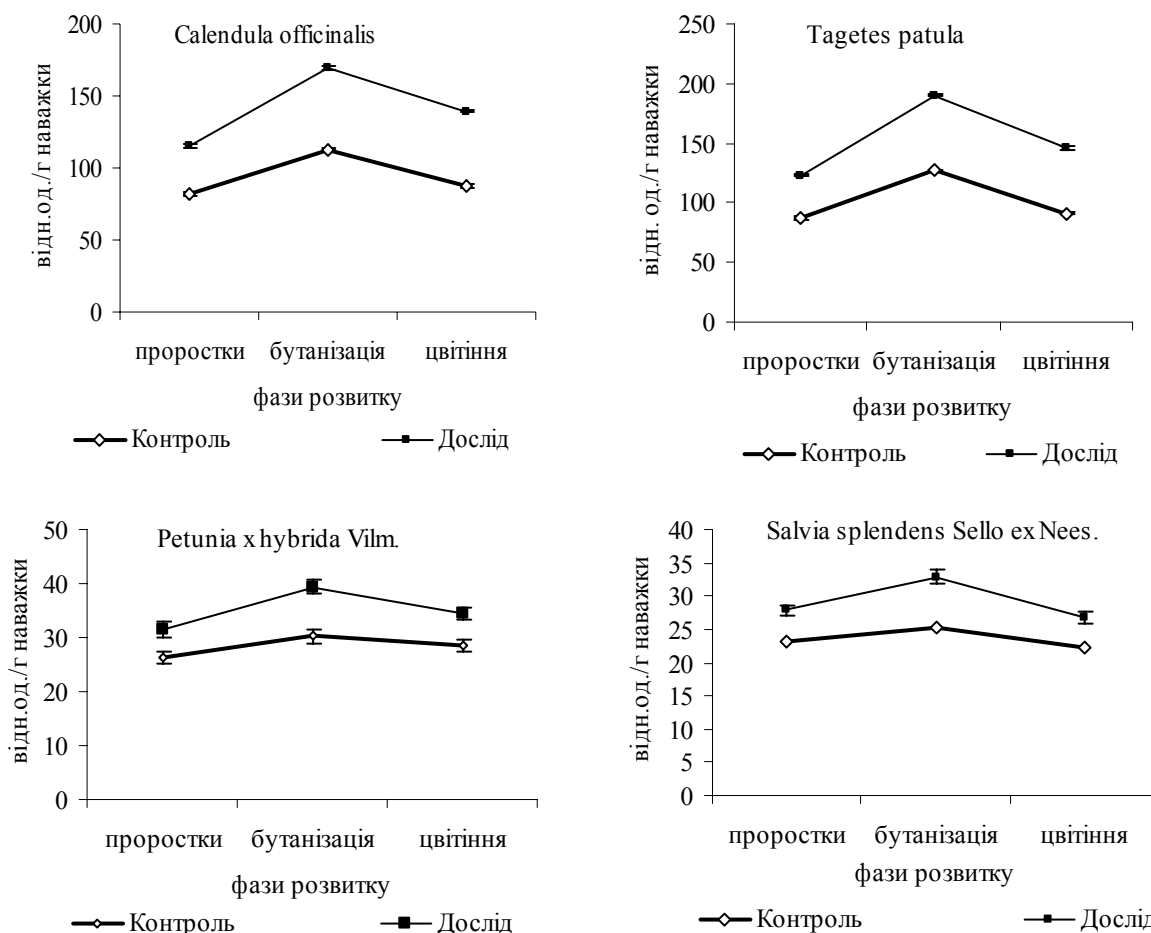


Рис. 2. Каталазна активність в листках квітково-декоративних рослин за різних умов існування: контроль – Ботанічний сад ДНУ ім. Олеса Гончара, дослід – шахта «Степова».

Fig. 2. Catalase activity in the leaves of ornamental flower plants at the different condition of growing: the control – the Botanical garden of the National Dnepropetrovsk University by the name of Oles Gonchar, experience – mine «Stepova».

Проведені біохімічні дослідження показали, що пероксидазна активність всіх досліджуваних рослин мала також підвищений рівень (рис. 3). В фазу проростків-бутонізації активність ферменту листя *I. hybrida hort* перевищувала контроль в 1,3, а в фазу цвітіння – в 1,2 рази.

В асимілюючих органах *C. officinalis* та *T. patula* пероксидазна активність змінювалась аналогічним чином і була сильніше вираженою. На етапі проростків ферментативний рівень достовірно перебільшувала контроль відповідно в 1,4 та 1,5 рази. На стадіях бутонізації й цвітіння цей по-

казник залишався вищим за контрольні значення в 1,5 й 1,3 (*C. officinalis*) та 1,6 й 1,4 (*T. patula*), однак відмічена тенденція до певного зниження ферментативного рівня порівняно зі стадією проростків.

Стресові умови розвитку викликали подібні зміни в динаміці пероксидазної активності і в вегетативних органах дослідних рослин *P. x hybrida* та *S. splendens*. Зафіксовано, що реакція пероксидази проявлялась в збільшенні її активності на стадії проростків в 1,4 рази відносно контролю. Зі збільшенням фази розвитку (бутонізація) реєстрували збільшення значень пероксидазної активності в 1,5 рази.

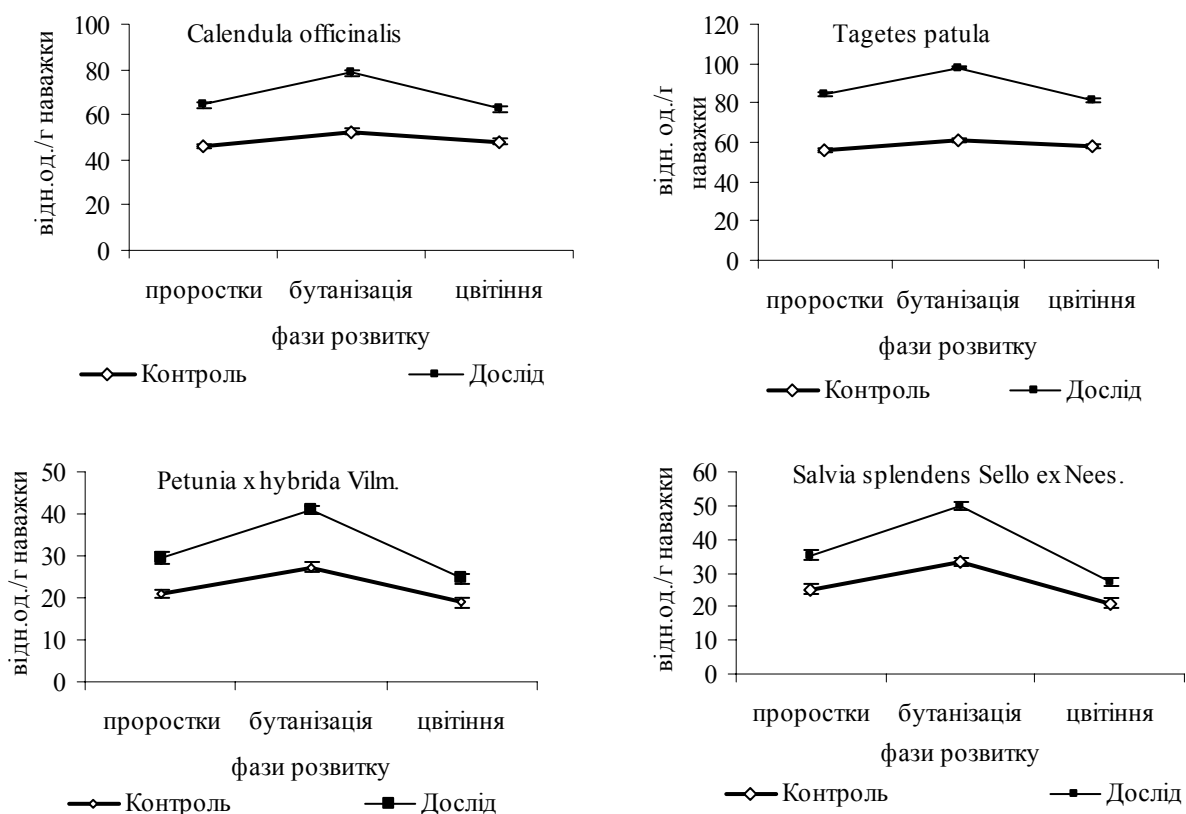


Рис. 3. Peroxidase activity in the leaves of ornamental flower plants at the different condition of growing: the control – the Botanical garden of the National Dnipropetrovsk University by the name of Oles Gonchar, experience – mine «Stepova».

Fig. 3. Peroxydase activity in the leaves of ornamental flower plants at the different condition of growing: the control – the Botanical garden of the National Dnipropetrovsk University by the name of Oles Gonchar, experience – mine «Stepova».

За цвітіння досліджуваний показник мав тенденцію до зниження, але у обох представників перевищував контроль в 1,3 рази.

Дослідженнями активності поліфенолоксидази вегетативних органів квіткових рослин, вирощених в умовах дії полікомпонентних забруднювачів, було встановлено високий рівень даного ферменту (рис. 4). Криві каталітичної активності ПФО в фотосинтезуючій тканині *P. x hybrida hort* контрольних та досліджуваних рослин подібні. В процесі онтогенезу – стадія бутонізації ця величина складала 3,99 мкмоль/г наважки порівняно з контролем 3,07 мкмоль/г наважки.

Максимальні значення активності ферменту зареєстровані в фазу бутонізації 6,89 та 5,3 мкмоль/г наважки відповідно; 5,21 та 4,01 – в фазу цвітіння. При цьому рівень поліфенолоксидазної активності дослідного варіанту достовірно перевищував контрольний в 1,3 рази впродовж всього онтогенезу.

Для листя *C. officinalis* та *T. patula* контрольний показник активності в фазу проростків складав 3,36 та 4,36 мкмоль/г наважки. Бутонізація й цві-

тіння відповідали значенням 4,98 – 6,98 та 4,15 мкмоль/г наважки. У дослідних рослин *Calendula* цей показник відповідав значенням 4,70 (проростки); 6,97 (бутонізація); 5,81 (цвітіння) мкмоль/г наважки. Для *Tagetes* – 6,1 (проростки), 9,77 (бутонізація), 4,96 (цвітіння) мкмоль/г наважки.

Подібні тенденції зареєстровано для *P. x hybrida* та *S. splendens*.

Аналіз одержаних результатів вказує на те, що динаміка активності ключових оксидоредуктаз в процесі дії промислових стресорів на квітково-декоративні рослини протягом онтогенезу мала однотипний характер.

Збільшення активності досліджуваних ферментів не є відображенням деструктивних катаболітичних процесів, а має, вірогідно, захисно-адаптивне значення рослинних організмів до хронічного антропогенного навантаження шахтних територій, оскільки для утримання високих рівнів вільних радикалів необхідно мати потужну антиоксидантну систему.

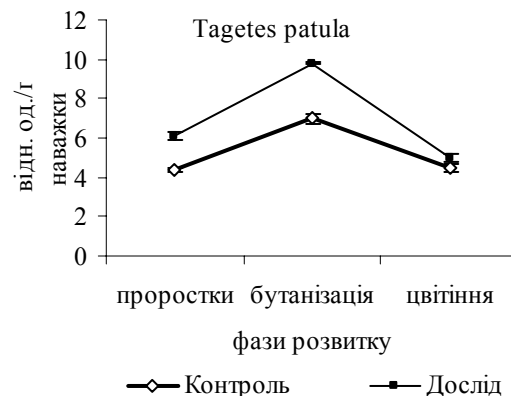
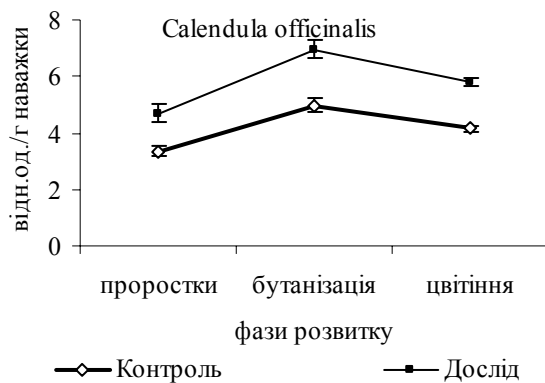


Рис. 4. Поліфенолоксидазна активність в листках квітково-декоративних рослин за різних умов існування: контроль – Ботанічний сад ДНУ ім. Олесь Гончара, дослід – шахта «Степова».

Fig. 4. Polyphenoloxidase activity in the leaves of ornamental flower plants at the different condition of growing: the control – the Botanical garden of the National Dniepropetrovsk University by the name of Oles Gonchar, experience – mine «Stepova».

Висновки

1. Вплив промислових емісій викликає активацію оксидоредуктаз в фотосинтезуючих органах усіх досліджуваних квітково-декоративних рослин.

2. Характер ферментативних реакцій рослин різних генотипів за дії факторів навколишнього середовища вказує на участь їх в підвищенні адаптаційної спроможності організму до цих умов існування.

3. Представлені види рекомендується використовувати для озеленення промислових майданчиків та територій в несприятливих умовах довкілля.

Для повного розуміння стану досліджуваних квітково-декоративних рослин за стресових умов існування, планується вивчення вмісту прооксидантних компонентів, як маркерних показників техногенного забруднення.

1. Байк О.Л. Зміни спектру множинних молекулярних форм пероксидази та активності основних ензимів антиоксидантного захисту моху *Funaria hygrometrica hedw.* під дією свинцю та ртуті // Матеріали V міжнародної наукової конференції «Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку». – Донецьк. – 2007. – С. 35–36.
2. Бараненко В.В. Активність супероксиддисмутази в рослинах гороху за кліматостатування // Наукові записки Тернопільського педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія – біологія. – 2002. – № 1 (16). – С. 38–42.
3. Бараненко В.В. Супероксиддисмутаза в клітках рослин // Цитологія. – 2006. – Т. 48, № 6. – С. 465–474.
4. Долгова Л.Г. Растения в условиях загрязнения среды выбросами коксохимического производства // Вопросы биондкации и охраны природы. – Запорожье. – 1997. – С. 27–30.
5. Зайцева И.А., Ефремов Д.А. Экобиологические и градостроительные основы применения некоторых древесных интродуцентов в озеленении // Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Екологічні питання співіснування: людина – рослина». – Дніпропетровськ. – 2009. – С. 159–163.
6. Закржевский Д.А., Балахнина Т.И., Степневский В. и др. Окислительные и ростовые процессы в корнях и листьях высших растений при различной доступности кислорода в почве // Физиология растений. – 1995. – Т. 42, № 2. – С. 272–280.
7. Калашиников Ю.Е., Закржевский Д.А., Балахнина Т.И. [и др.] Действие почвенной засухи и переувлажнения на активацию кислорода и систему защиты от окислительной деструкции в корнях ячменя // Физиология растений. – 1992. – Т. 39, № 2. – С. 263–269.
8. Колупаев Ю.С. Стрессові реакції рослин. – Харків: Харк. держ. аграрн. ун-т – 2001. – 173 с.
9. Курганова Л.Н., Веселов А.П., Гончарова Т.А. и др. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная система защиты в хлоропластах гороха при тепловом шоке // Физиология растений. – 1997. – Т. 44, № 5. – С. 725–730.
10. Лихолат Ю.В., Штеменко Н.И., Янов А.Е. Водный обмен и состояние углеводов в составе высокомолекулярных восков листьев газонных трав, как показатели состояния окружающей среды // Вопросы биондкации и охраны природы. – Запорожье. – 1997. – С. 50–54.
11. Лукаткин А.С. Вклад окислительного стресса в развитие холодового повреждения в листьях теплолюбивых растений. 2. Активность антиоксидантных ферментов в динамике охлаждения // Физиология растений. – 2002. – Т. 49, № 6. – С. 878–885.
12. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова, 3-е изд. Л.: Агрпромиздат, 1987. – 430 с.
13. Переслгина И.А. Активность антиоксидантных ферментов слюны здоровых детей // Лабораторное дело. – 1989. – № 11. – С. 20–23.
14. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. – М.: Колос, 1968. – 183 с.
15. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений. – Киев: Наукова думка, 1976. – С. 166–178.
16. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. – Минск: Высшая школа, 1973. – 320 с.
17. Чевари С., Чаба И., Секей Й. Роль супероксиддисмутазы в окислительных процессах клетки и метод определения ее в биологических материалах // Лабораторное дело. – 1985. – № 11. – С. 678–681.

Отримано: 14 лютого 2011 р.

Прийнято до друку: 24 лютого 2011 р.