

УДК 581.1

Г.С. Россихіна-Галича, Ю.В. Лихолат, О.М. Вінниченко

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
пр. Гагаріна, 72, м. Дніпропетровськ, 49010 Україна
e-mail: lykholat2006@ukr.net, anna-rossihina@rambler.ru

КОМПОНЕНТИ АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ЯК ПОКАЗНИКИ СТІЙКОСТІ ТРАВ'ЯНИСТИХ РОСЛИН, ЩО ЗРОСТАЮТЬ У БОТАНІЧНОМУ САДУ ДНУ

Лікарські трав'янисті рослини, активність супероксиддисмутази, каталази та пероксидази

**КОМПОНЕНТИ АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ЯК ПОКАЗНИКИ
СТІЙКОСТІ ТРАВ'ЯНИСТИХ РОСЛИН, ЩО ЗРОСТАЮТЬ У БОТАНІЧНОМУ
САДУ ДНУ. Г.С. Россихіна-Галича, Ю.В. Лихолат, О.М. Вінниченко.** – В умовах ботанічного саду ДНУ досліджено посівні якості насіння та характеристики компонентів антиоксидантної системи зелених частин лікарських трав. Встановлено, що насіння досліджуваних рослин має різну енергію проростання та схожість: високу (кропива собача, чистотіл великий, череда трироздільна), середню (алтея лікарська, звіробій звичайний, нагідки лікарські, пижмо звичайне), низьку (конвалія звичайна, меліса та кульбаба лікарські). Аналіз стану ферментів-антиоксидантів дозволив виділити рослини з найпотужнішим адаптаційним потенціалом. До них належать звіробій звичайний, конвалія звичайна, нагідки лікарські, пижмо звичайне та чистотіл великий.

**КОМПОНЕНТЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ КАК ПОКАЗАТЕЛИ
УСТОЙЧИВОСТИ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В
БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ДНУ. А.С. Россихина-Галычая, Ю.В. Лихолат,
А.Н. Винниченко.** – В условиях ботанического сада ДНУ исследованы посевные качества семян и характеристики компонентов антиоксидантной системы зеленых частей лекарственных трав. Установлено, что семена исследуемых растений обладают разной энергией прорастания и всхожестью: высокой (крпива собачья, чистотел большой, череда трехраздельная), средней (алтейка лекарственная, зверобой обыкновенный, ноготки лекарственные, пижма обыкновенная), низкой (ландыш майский, Melissa и одуванчик лекарственные). Анализ состояния ферментов-антиоксидантов позволил выделить растения с наиболее высоким адаптационным потенциалом. К ним относятся зверобой лекарственный, ландыш майский, ноготки лекарственные, пижма обыкновенная и чистотел большой.

**COMPONENTS OF ANTIOXIDANT PROTECTION SYSTEM AS INDICATORS OF
STABILITY OF HERBS GROWING UP IN THE DNU BOTANICAL GARDEN.
A.S. Rossikhina-Galychaya, Yu.V. Lykholat, O.M. Vinnychenko.** – The sowing qualities of seeds and characteristics of the antioxidant system components of the green parts of herbs were investigated in the DNU botanical garden. It is established that the seeds of the tested plants possessed different energy of growth and germination: high (*Leonurus villosus* Desf. ex Spreng., *Chelidonium majus* L., *Bidens tripartita* L.), medium (*Althaea officinalis* L., *Hypericum perforatum* L., *Caléndula officinális* L., *Tanacetum vulgare* L.), low (*Convallaria majalis* L., *Melissa officinalis* L., *Taraxacum officinale* Wigg.). Analysis of the status of antioxidant enzymes made it possible to identify plants with the highest adaptive capacity. Its are *Hypericum perforatum* L., *Convallaria majalis* L., *Tanacetum vulgare* L., *Chelidonium majus* L.

Особливу роль в оптимізації та покращенні мікроклімату довкілля степової частини Придніпров'я відіграють зелені насадження, значну частину яких складають трав'янисті рослини (Лихолат та ін., 2010). Уловлюючи кіптяву, важкі метали та різноманітні шкідливі гази, вони зменшують шкідливий вплив антропогенного навантаження міста (Колпакова, Волкова, 2007). Вплив токсичних сполук призводить до зростання у рослинах вмісту активних форм кисню та прискорення катаболічних реакцій. Безпосередньою, неспе-

цифічною відповіддю рослинних організмів на такі перебудови метаболізму є активація антиоксидантів і, насамперед, ферментів супероксиддисмутази (СОД), каталази та пероксидази (Колупаєв, 2001; Воробець, 2002; Бараненко, 2006; Россихіна та ін., 2010).

У зв'язку з цим мета даної роботи – з'ясування фізіолого-біохімічних особливостей трав'янистих лікарських рослин, які культивуються в ботанічному саду Дніпропетровського національного університету ім. Олеса Гончара (далі – БС ДНУ).

Матеріал та методика дослідження

Об'єктами дослідження були 10 видів лікарських трав, найбільш поширених на території БС ДНУ: алтея лікарська (*Althaea officinalis* L.), звіробій звичайний (*Hypericum perforatum* L.), конвалія звичайна (*Convallaria majalis* L.), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg.), меліса лікарська (*Melissa officinalis* L.), нагідки лікарські (*Caléndula officinalis* L.), пижмо звичайне (*Tanacetum vulgare* L.), кропива собача (*Leonurus villosus* Desf. ex Spreng.), череда трироздільна (*Bidens tripartita* L.), чистотіл великий (*Chelidonium majus* L.). Латинські назви наведено за С.Л. Мосякіним та М.М. Федорончуком (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999).

Визначення морфофізіологічних показників надземної частини лікарських трав проводили у травні–серпні. Енергію проростання, схожість визначали за ГОСТ Р 51096-97.

Ферментативну активність СОД (КФ 1.15.1.11) оцінювали за рівнем гальмування ензимом процесу відновлення нітросинього тетразолію у присутності нікотинамідаденіндинуклеотиду та феназинметасульфату (Переслегина, 1989). Активність каталази (КФ 1.11.1.6) визначали за кількістю розкладеного перексиду водню під дією ферменту (Плешков, 1968), а бензидин-пероксидази (КФ 1.11.1.7) – за швидкістю реакції окислення бензидину до утворення продукту синього кольору згідно з методом, описаним А.Н. Бояркіним (Методы..., 1987). Отримані результати опрацьовані статистично (Лакин, 1990).

Результати досліджень та їх обговорення

Визначення посівних якостей насіння (енергії проростання та схожості) лікарських рослин БС ДНУ дозволило встановити, що воно має високу та середню схожість й енергію проростання. Із таблиці 1 видно, що високу енергію проростання мало насіння кропиви собачої (90%), чистотілу великого (89%) та череди трироздільної (87%); середню – алтея лікарська (82%), звіробій звичайний (81%), нагідки лікарські (82%) та пижмо звичайне (81%); низьку – конвалія звичайна, меліса та кульбаба лікарська – відповідно 78, 77, 78%.

Таблиця 1. Посівні якості насіння лікарських рослин БС ДНУ, %

Вид	Енергія проростання	Схожість
Алтея лікарська	82,0±4,3	92,0±0,3
Звіробій звичайний	81,0±1,2	92,0±4,3
Конвалія звичайна	78,0±0,3	79,0±2,3
Кульбаба лікарська	78,0±0,3	80,0±4,0
Меліса лікарська	77,0±0,3	84,0±1,3
Нагідки лікарські	82,0±2,0	90,0±1,0
Пижмо звичайне	81,0±2,3	92,0±2,3
Кропива собача	90,0±2,0	98,0±0,2
Череда трироздільна	87,0±1,5	97,0±1,3
Чистотіл великий	89,0±1,3	97,0±0,3

Значення енергії проростання насіння прямопропорційні значенням його схожості. Якщо насіння рослин мало високу енергію проростання, то і схожість була високою. Так, висока лабораторна схожість насіння відзначалася у кропиві собачої (98%), чистотілу великого (97%) та череди трироздільної (97%); середня – у алтеї лікарської (92%), звіробою звичайного (92%), нагідок лікарських (90%). Насіння конвалії звичайної, кульбаби лікарської та меліси лікарської відзначалося середньою схожістю: 79%, 80% та 84% відповідно.

При визначенні посівних якостей насіння в лабораторних умовах паралельно ви-

значали біометричні показники – довжину та вагу проростку й кореня. В таблиці 2 представлені розміри проростків різних видів лікарських рослин з території БС ДНУ. Найбільшу довжину мали проростки кропиви собачої, чистотілу великого та череди трироздільної. Коефіцієнт варіації не змінювався, що свідчить про те, що даний біометричний параметр вказаних рослин не реагує на умови ботанічного саду, який знаходиться в центрі промислового міста Дніпропетровськ. Меншу довжину проростків зареєстровано у алтеї лікарської, звіробою звичайного, нагідок лікарських та пижма звичайного. У рослин кульбаби, конвалії та меліси була мінімальна довжина проростка.

Таблиця 2. Довжина проростків та коренів лікарських рослин БС ДНУ, см

Вид	Проростки	Корені
Алтея лікарська	4,3±0,02	1,7±0,08
Звіробій звичайний	3,7±0,02	1,4±0,09
Конвалія травнева	0,7±0,08	0,3±0,06
Кульбаба лікарська	0,8±0,02	0,4±0,03
Меліса лікарська	0,6±0,03	0,3±0,06
Нагідки лікарські	3,5±0,01	1,6±0,01
Пижмо звичайне	3,7±0,02	1,7±0,08
Кропива собача	6,6±0,02	3,2±0,02
Череди трироздільна	5,2±0,03	3,4±0,03
Чистотіл великий	6,4±0,03	3,5±0,02

Подібна тенденція спостерігалася при аналізі замірів довжини коренів досліджуваних рослин: у кропиви, чистотілу та череди довжина коренів була найбільшою. Величина коефіцієнту варіації у даному випадку виявилася найвищою. Алтей, звіробій, нагідки та пижмо характеризувалися середніми значеннями довжини коренів; кульбаба лікарська, меліса лікарська та конвалія звичайна – низькими. Значення коефіцієнту варіації змінювалося від 3 до 6.

Кореляційний аналіз дозволив встановити тісний зв'язок між досліджуваними параметрами. Високий коефіцієнт кореляції мали кропива, чистотіл та череда між довжиною проростку та довжиною кореня ($r=0,8$), між енергією проростання та схожістю ($r=0,99$). Для алтеї лікарської, звіробою звичайного, нагідок лікарських та пижма звичайного цей показник мав менш тісний кореляційний зв'язок ($r=0,7-0,75$).

Ступінь прояву неспецифічних та специфічних відповідних реакцій рослинного організму за умов дії будь-якого чинника докільля значним чином визначається станом ферментів антиоксидантного захисту, що беруть безпосередню участь у процесах, спрямованих на виживання та адаптацію рослинних організмів до дії стрес-факторів.

Наявність у культурних рослин ферментних систем, що нейтралізують продукти перекисного окислення ліпідів, обумовлює стійкість рослин до різних впливів. Важливе місце серед ферментів-антиоксидантів займає супероксиддисмутаза, яка забезпечує обрив ланцюгів вільнорадикальних реакцій в клітині й здійснює рекомбінацію радикалів O_2^- з утворенням пероксиду водню та триплетного кисню. Активність СОД є показником неспецифічної резистентності рослинного організму до стресових чинників.

Проведені біохімічні дослідження виявили, що активність супероксиддисмутази в листках досліджуваних лікарських рослин змінювалась в онтогенезі (рис. 1). Так, у травні активність ферменту складала 13,3 ум.од./г сирої маси·хв. у фотосинтезуючих органах звіробою, 13,5 ум.од./г сирої маси·хв. – конвалії, 12,5 ум.од./г сирої маси·хв. – нагідок, 14,8 ум.од./г сирої маси·хв. – пижма та 15,2 ум.од./г сирої маси·хв. – чистотілу.

Зростання активності ферменту реєстрували у червні–липні відносно травня на 84–91% (звіробій), 114–121% (конвалія), 65–64% (нагідки), 92–68% (пижмо) та на 48–66% (чистотіл).

У серпні відмічено певне зниження ензиматичного рівня, але порівняно з травневим він був вищим на 51, 67, 56, 28, 34% відповідно.

Рослинам алтеї лікарської, кульбаби лікарської, меліси лікарської, кропиви собачої та череди трироздільної притаманною була менш виражена супероксиддисмутазна акти-

вність, яка у травні відповідно складала 6,1; 6,8; 7,5; 6,5 та 5,5 ум.од./г сирової маси·хв.

У червні–липні встановлено перевищення цього показника відносно травня на 44–46% у листках алтеї, на 21–35% – у кульбаби, на 31–19% – у меліси, 33–31% – у кропиві та 37–42% – у череди. У серпні зареєстровано зниження активності супероксиддисмутази, але її рівень не падав нижче травневого (рис. 1.).

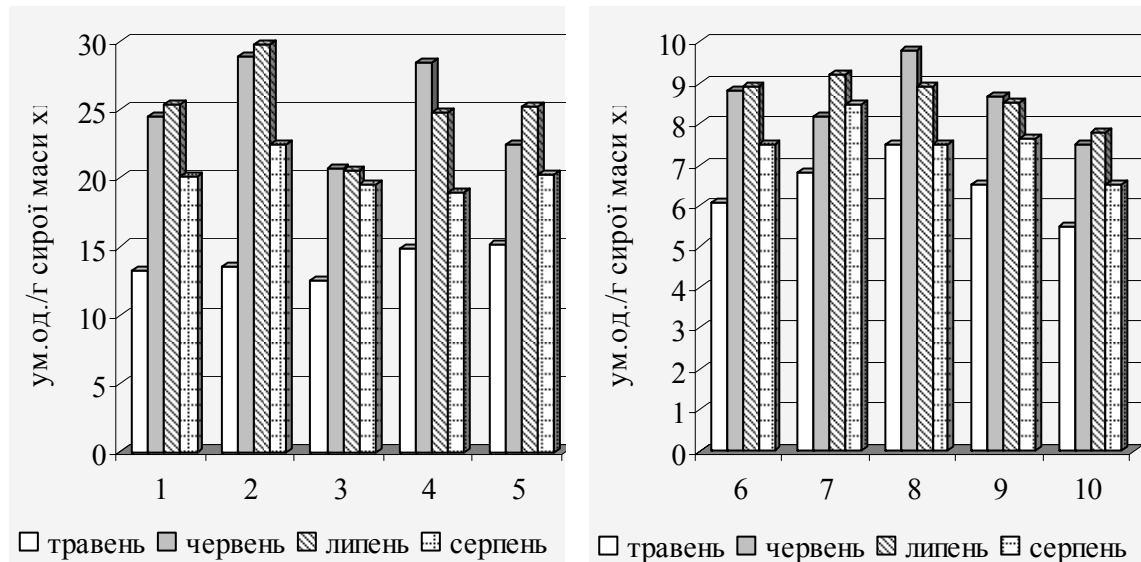


Рис. 1. Активність супероксиддисмутази в листках лікарських рослин БС ДНУ: 1 – звіробій; 2 – конвалія; 3 – нагідки; 4 – пижмо; 5 – чистотіл; 6 – алтея; 7 – кульбаба; 8 – меліса; 9 – кропива; 10 – череда

Іншим важливим ферментом системи антиоксидантного захисту є каталаза, яка присутня у різних компартментах рослинної клітини. Помірні стресові впливи на рослину, викликаючи збільшення кількості активних форм кисню в клітинах, призводять до підвищення активності антиоксидантних ензимів, в тому числі каталази (Колупаєв, Карпец, 2008). Деякі автори (Бараненко, 2002; Лихолат та ін., 2010; Россихіна та ін., 2010) показники активності каталази розглядають певною мірою як індикатор функціонального стану рослин і реакцію на фактори довкілля.

Із десяти досліджуваних видів лікарських рослин найбільш високу активність за вегетаційний сезон відзначено для звіробою звичайного, конвалії травневої, нагідок лікарських, пижма звичайного та чистотілу великого (рис. 2).

У травні активність каталази складала 1,33 ммоль/г сирової маси·хв. (звіробій звичайний), 1,35 ммоль (конвалія звичайна), 1,25 (нагідки лікарські), 1,48 (пижмо звичайне) та 1,52 (чистотіл великий).

Для червня–липня характерною була тенденція до збільшення активності ферменту, порівняно з травнем, у листках звіробою на 84–91%, конвалії – на 114–121%, нагідок – 65–64%, пижма – 92–68% та чистотілу – 48–66%.

В серпні зареєстровано певне зниження рівня каталазної активності, але порівняно з травнем він залишався більшим на 51% (звіробій звичайний), 67% (конвалія звичайна), 56% (нагідки лікарські), 28% (пижмо звичайне), 34% (чистотіл великий).

Аналіз отриманих даних виявив, що у алтеї лікарської, кульбаби лікарської, меліси лікарської, кропиві собачої та череди трироздільної активність каталази впродовж вегетації порівняно з вище вказаними видами була меншою (рис. 2.).

Вивчення реакції лікарських рослин БС ДНУ свідчить про те, що стимуляція супероксиддисмутази та каталазної активності супроводжувалась збільшенням активності ще одного антиоксидантного ферменту – пероксидази. Пероксидаза є неспецифічним універсальним ферментом з широким спектром дії. Вона бере участь в окиснювально-відновних реакціях фотосинтезу, процесах дихання, метаболізмі білків і регулюванні процесів росту.

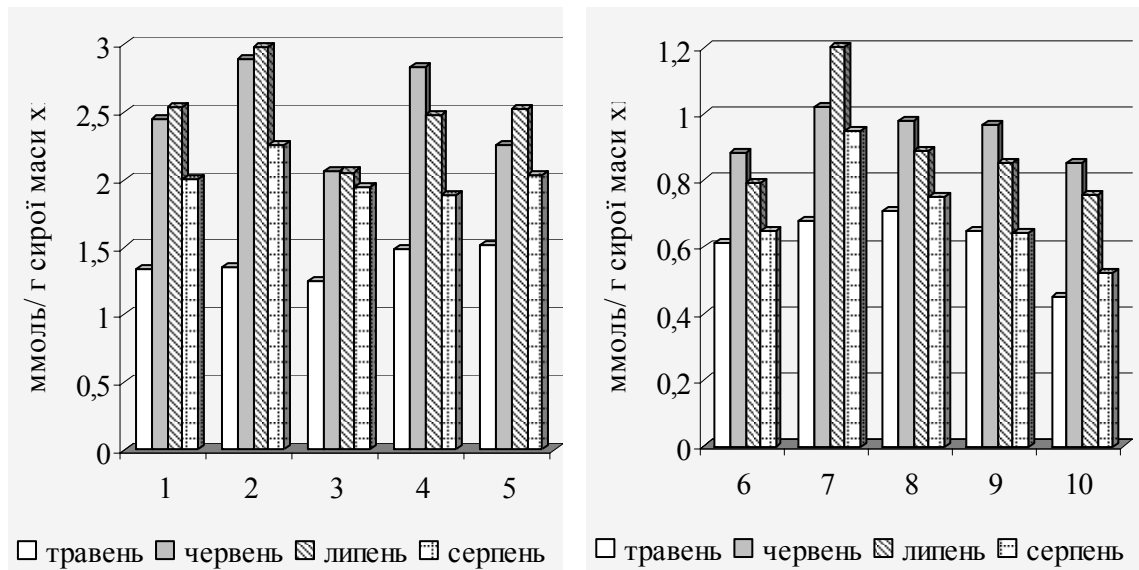


Рис. 2. Активність каталази в листках лікарських рослин БС ДНУ: 1 – звіробій; 2 – конвалія; 3 – нагідки; 4 – пижмо; 5 – чистотіл; 6 – алтея; 7 – кульбаба; 8 – меліса; 9 – кропива; 10 – череда

При порівнянні активності ферменту у листках лікарських рослин виявлені видові відмінності. Найбільш низька пероксидазна активність упродовж усього вегетаційного періоду властива звіробою лікарському, конвалії звичайній, нагідкам лікарським, пижму звичайному та чистотілу великому, що характеризує низький рівень окисних процесів, які можуть розвиватися під час онтогенезу рослини (рис. 3). Середні значення активності відзначалися у рослин алтеї лікарської, кульбаби лікарської, меліси лікарської, кропиви собачої та череди трироздільної.

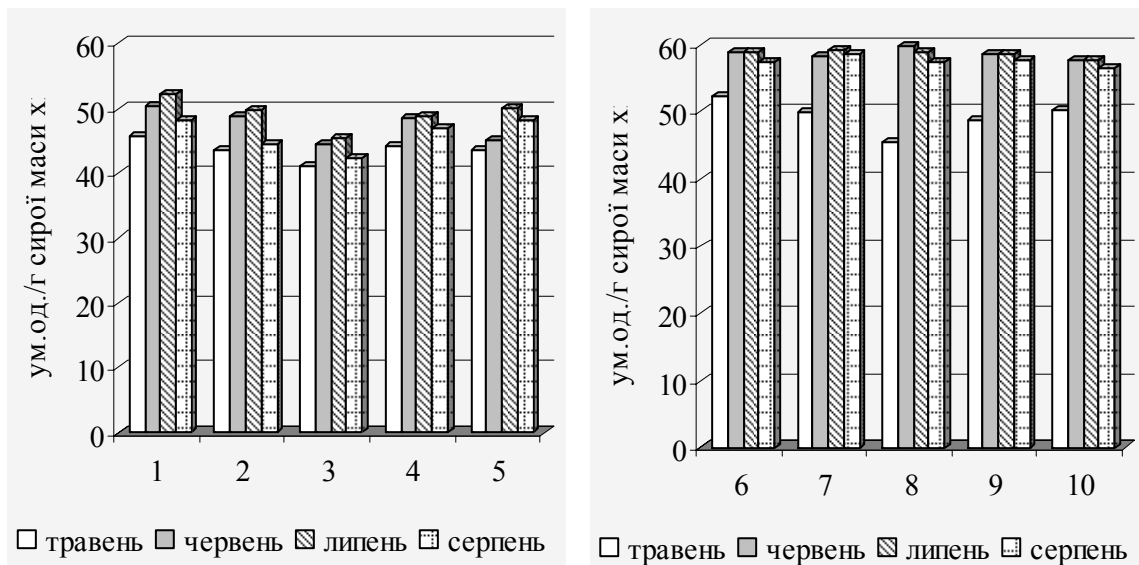


Рис. 3. Активність пероксидази в листках лікарських рослин БС ДНУ: 1 – звіробій; 2 – конвалія; 3 – нагідки; 4 – пижмо; 5 – чистотіл; 6 – алтея; 7 – кульбаба; 8 – меліса; 9 – кропива; 10 – череда

Отже, висока активність ферментів-антиоксидантів є свідченням підвищеного адаптаційного потенціалу досліджуваних рослин, оскільки для стримування високих рівнів пероксидації необхідно мати більш міцну антиоксидантну систему. В працях багатьох дослідників вказується, що вплив різних небажаних факторів – посуха, гіпоксія, температура тощо – збільшує активність супероксиддисмутази та інших антиоксидантних ферментів у тканинах і клітинах рослин (Калашников и др., 1992; Закржевский и др., 1995; Курганова и др., 1997; Бараненко, 2002). Це свідчить про адаптацію останніх до умов довкілля.

ля. У працях L.S. Monk (Monk et al., 1986) та В.В. Бараненко (2002) вказується, що стійкі рослинні організми мають більш високі рівні активності ферментів-антиоксидантів, формуючи при цьому більш ефективну систему захисту. Аналогічні особливості притаманні трансгенним рослинам, які, маючи підвищений рівень антиоксидантів, в тому числі СОД і каталази, є більш стійкими до дії негативних впливів (Perl et al., 1993; Sen Gupta et al., 1993).

Висновки

Насіння лікарських рослин має високу (кропива собача, чистотіл великий, череда трироздільна), середню (алтея лікарська, звіробій звичайний, нагідки лікарські, пижмо звичайне) та низьку (конвалія звичайна, меліса та кульбаба лікарські) схожість і енергію проростання.

Для досліджених рослин з високою схожістю та енергією проростання насіння характерна більша довжина проростку та кореня.

Аналіз вмісту ферментів-антиоксидантів дозволив виділити рослини з найпотужнішим адаптаційним потенціалом. До них належать звіробій звичайний, конвалія звичайна, нагідки лікарські, пижмо звичайне та чистотіл великий.

На підставі вивчення активності супероксиддисмутази, каталази та пероксидази та враховуючи декоративні якості досліджуваних рослин, запропоновано використовувати при озелененні промислових майданчиків стійкі та високодекоративні види (конвалію звичайну та нагідки лікарські).

Бараненко В. В. Активність супероксиддисмутази в рослинах гороху за кліностатування / В. В. Бараненко // Наукові записки Тернопільського педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія "Біологія". – 2002. – № 1 (16). – С. 38–42.

Бараненко В. В. Супероксиддисмутаза в клітках рослин / В. В. Бараненко // Цитологія. – 2006. – Т. 48, № 6. – С. 465–474.

Воробець Н. М. Пероксидазна активність коренів сояшиника за дії іонів свинцю та селену / Н. М. Воробець // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія "Біологія". – 2002. – № 3 (18). – С. 148–153.

ГОСТ Р 51096-97: Семена лекарственных и ароматических культур. Сортные и посевные качества. Технические условия / [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://standartgost.ru>.

Закржевский Д. А. Окислительные и ростовые процессы в корнях и листьях высших растений при различной доступности кислорода в почве / Д. А. Закржевский, Т. И. Балахнина, В. Степневский [и др.] // Физиология растений. – 1995. – Т. 42, № 2. – С. 272–280.

Калашников Ю. Е. Действие почвенной засухи и переувлажнения на активацию кислорода и систему защиты от окислительной деструкции в корнях ячменя / Ю. Е. Калашников, Д. А. Закржевский, Т. И. Балахнина [и др.] // Физиология растений. – 1992. – Т. 39, № 2. – С. 263–269.

Колпакова Л. К. Використання деревних рослин в озелененні міста Харкова / Л. К. Колпакова, Р. С. Волкова // Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку : Матеріали V міжнар. наук. конф. – Донецьк. – 2007. – С. 215–217.

Колупаев Ю. Е. Регуляция активности каталазы в coleoptилах пшеницы: возможная роль ионов Ca^{2+} и кальмодулина / Ю. Е. Колупаев, Ю. В. Карпец // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія біологія. – 2008. – Вип. 1 (12). – С. 15–21.

Колупаев Ю. Є. Стресові реакції рослин / Ю. Є. Колупаев. – Харків : Харк. держ. аграрн. ун-т. – 2001. – 173 с.

Курганова Л. Н. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная система защиты в хлоропластах гороха при тепловом шоке / Л. Н. Курганова, А. П. Веселов, Т. А. Гончарова // Физиология растений. – 1997. – Т. 44, № 5. – С. 725–730.

Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М. : Высш. школа, 1990. – 352 с.

Лихолат Ю. В. Морфо-фізіологічні особливості квітково-декоративних рослин з території шахти "Степова" / Ю. В. Лихолат, Г. С. Россихіна, Н. С. Найданова // Таврійський науковий вісник. – 2010. – Вип. 71, ч. 3. – С. 130–135.

Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. – [3-е изд.] – Л. : Агропромиздат, 1987. – 430 с.

Переслегина И. А. Активность антиоксидантных ферментов слюны здоровых детей / И. А. Переслегина // Лабораторное дело. – 1989. – № 11. – С. 20–23.

- Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений / Б. П. Плешков. – М. : Колос, 1968. – 183 с.
- Россихіна Г. С. Морфо-фізіологічні параметри при адаптації газонуутворюючих трав до дії свинцю / Г. С. Россихіна, Ю. В. Лихолат, О. М. Вінниченко // Наукові доповіді НУБіП. – 2010. – №5 (21). – [Електронний ресурс]. Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2010_5/10rgslfg.pdf.
- Monk L. S. Superoxide dismutase as an anaerobic polypeptide. A key factor in recovery from oxygen deprivation in *Iris pseudacorus* / L. S. Monk, K. V. Fagerstedt, R. M. M. Crawford // *Plant Physiol.* – 1986. – Vol. 85. – P. 1016–1020.
- Mosyakin S. L. Vascular plants of Ukraine: a nomenclatural checklist / S. L. Mosyakin, M. M. Fedoronchuk. – K. : Naukova Dumka Press, 1999. – 346 p.
- Perl A. Enhanced oxidative stress defense in transgenic potato expressing tomato CuZn-superoxide dismutase / A. Perl, R. Perl-Treves, S. Galili, D. Aviv, E. Shalgi, S. Malkin // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* – 1993. – Vol. 85. – P. 568–576.
- Sen Gupta F. Increased resistance to oxidative stress in transgenic plants that overexpress chloroplastic Cu/Zn superoxide dismutase / F. Sen Gupta, J. L. Heinen, A. S. Yaladay, J. J. Burken, R. D. Allen // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* – 1993. – Vol. 90. – P. 1629–1633.

Надійшла 29.04.2013 р.

Рекомендує до друку
Н.О. Гавриленко