УДК [582.734.2:581.4]:502.55:628.5

ЗМІНА МОРФОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРОЯНД ПІД ВПЛИВОМ АНТИОКСИДАНТІВ ЗА УМОВ ПОСТІЙНОЇ ДІЇ ПРОМИСЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ

В.П. Бессонова, О.В. Дубова,* О.Є. Іванченко

Дніпропетровський державний аграрний університет

****Запорізький національний університет***

Изучено влияние антиоксидантов амбиола и фенозана на морфологические показатели и интенсивность процессов перекисного окисления липидов у разных сортов садовых роз, выращенных в условиях промышленного загрязнения. Установлено снижение интенсивности пероксидации липидов, интенсификация роста побегов, увеличение ассимиляционной поверхности и содержания хлорофилла в листьях растительных объектов. Стимулирующее действие амбиола на некоторіе показатели выражено сильнее чем фенозана.

Розы, металлургическое предприятие, амбиол, фенозан, перекисное окисление липидов, ростовые характеристики

ВСТУП

Найбільш характерним показником норми біологічних систем є властивість їх до зміни функціональних параметрів, з метою підтримання системи за умов оптимуму. Інакше кажучи, норма цілого – це норма взаємодії його частин у процесі пристосування організму до умов існування. Адаптація на цьому рівні відіграє важливу роль у пристосувальних реакціях типових для природних екосистем, які зазнають впливу одного або декількох несприятливих чинників [2]. В.С. Безель зі співавт. [2] відмічають, що для екологічного нормування можливо користуватися не тільки генетично-статистичними показниками популяції, але й морфо-фізіологічними параметрами.

Екологічне нормування ставить за мету не тільки вивчити механізми адаптації, структурно-функціональні порушення, репараційно-відновні явища, але й застосування хімічних адаптогенів, кріопротекторів й інших сполук і прийомів, які забезпечують виживання організму за екстремальних умов.

У наших попередніх дослідженнях встановлено посилення вільнорадикальних процесів у тканинах декоративних квітникових рослин під впливом забруднення середовища сполуками заліза та хрому, що виявляється в посиленні перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ) мембран [3].

Відомо, що як наслідок ланцюгової реакції є збільшення концентрації продуктів ПОЛ, яким властиво викликати окиснення різних біосубстратів і тим самим пошкоджувати білки і ліпіди мембран, змінювати структуру макромолекул, цілісність клітини і внутрішньоклітинних органел [1, 4]. Це проявляється у зниженні стійкості рослин, зменшенні біометричних показників рослинних об'єктів. Отже, необхідною умовою функціонування клітин є підтримання нормального рівня процесів вільнорадикального окиснення.

Метою даного дослідження є вивчення можливості підвищення толерантності рослин за техногенних умов вирощування з використанням антиоксидантів амбіола і фенозана.

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводились на промислових ділянках, що знаходились біля металургійного підприємства, приоритетними інгредієнтами викидів якого є сполуки сірки – SO_2 та H_2S, середня концентрація яких становила 0,272 та 0,129 мг/м^3 відповідно. У якості об'єктів дослідження використовувались саджанці найбільш розповсюджених у практиці зеленого будівництва сортів садових роз: *Gloria Dei*, *Starlet*, *Super Star*, *Concerto* та *Queen Elizabeth*. Контрольні рослини зростали в умовно чистій зоні.

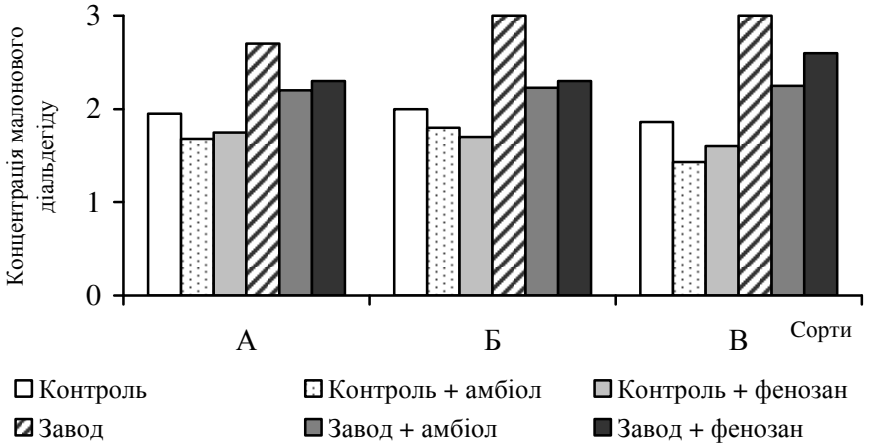
Для підвищення стійкості рослин до забруднення середовища їх обробляли розчинами антиоксидантів: амбіолом та фенозаном у концентрації 50 мг/л. Обприскування проводили у фази появлення перших листків (10–15 квітня), активного росту пагонів (15–20 травня) і двічі в осінній період (5–10 жовтня та 1–5 листопада). Морфологічні виміри проводили за загальноприйнятими методиками [6], перекисне окиснення ліпідів – за накопиченням продукту окиснення – малонового діальдегіду (МДА) – за допомогою кольорової реакції з тіобарбітуровою кислотою [8]. Результати дослідів оброблені статистично за допомогою пакету багатофункціональних програм «*Statistic for Windows*».

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

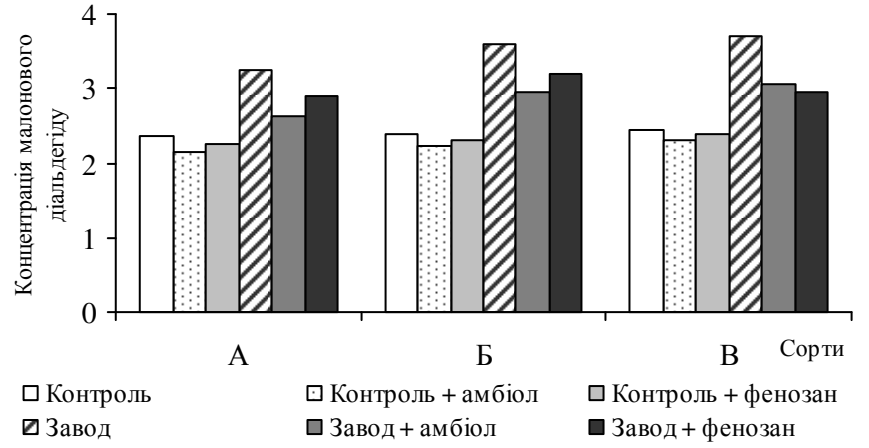
Згідно визначенню, під антиоксидантами розуміють сполуки різноманітної хімічної природи, які здатні усувати або гальмувати вільнорадикальне окиснення органічних речовин молекулярним киснем [5]. Більш вузьке значення терміну «антиоксидант» означає речовини, які вступають у реакцію з окисненими вільними радикалами і тим самим зменшують їх концентрацію в реакційному середовищі [1].

Обприскування рослин розчинами антиоксидантів викликає зниження інтенсивності вільнорадикальних процесів у тканинах листків рослин забрудненої території, про що свідчить падіння концентрації в них малонового діальдегіду (рис. 1).

У контрольних рослин ступінь зниження несуттєва, тобто препарат більш ефективний за умов посилення активності пероксидації ліпідів під впливом промислових токсикантів. Так, у сорту *Queen Elizabeth* кількість малонового діальдегіду в листках троянд, що зростали в умовно чистій зоні (червень) знижується на 13,84 і 10,25 % стосовно необроблених амбіолом і фенозаном рослин відповідно. Обприскування рослин, які зазнали негативної дії фітотоксикантів цими антиоксидантами знижує його концентрацію на 18,51 і 14,81 %. З двох досліджених препаратів амбіол спричиняє дещо більш виражену антиоксидантну дію, хоча у ряді випадків вплив препаратів практично однаковий. Так, у сорту троянд *Gloria Dei*, що зростали на відстані 15 км від джерела емісій, під впливом обробки амбіолом вміст малонового діальдегіду падає на 10,00 %, фенозаном – на 15,00 %. У рослин сорту *Super Star* на промисловій ділянці у липні місяці ці цифри складають 17,56 і 20,27 % відповідно. У цілому вміст малонового альдегіду в тканинах листків троянд під впливом амбіолу за умов забруднення середовища знижується на 19,5–26,7 %, фенозану – на 17,3–24,2 % відповідно порівняно з контролем.



I



II

Рисунок 1 – Вплив забруднення довкілля та антиоксидантів на інтенсивність перекисного окиснення ліпідів у листках троянд: I – червень, II – липень; А – *Queen Elizabeth*, Б – *Gloria Dei*, В – *Super Star*

Як видно з отриманих нами результатів, обробка рослин антиоксидантами призводить до покращання їх стану, що виражається у зниженні токсичної дії промислових токсикантів і деякої нормалізації морфологічних і фізіологічних показників. Як амбіол, так і фенозан знижують хлоротичність листків, підвищуючи тим самим вміст хлорофілу в цих органах (табл. 1). Ступінь позитивної дії обох антиоксидантів майже однакова. Обробка садових троянд суттєвіше підвищує вміст хлорофілу у сортів *Super Star* і *Gloria Dei*, порівняно з іншими.

Гальмування перекисного окиснення ліпідів мембран під впливом антиоксидантів позитивно корелює зі зменшенням пошкодженості листків троянд (рис. 2). Найсуттєвіша нормалізуюча дія на стан листків, порівняно з

необробленими рослинами, спостерігається у найбільш чутливого до забруднення середовища сорту *Super Star*. Слід відмітити, що більш ефективнішу дію спричиняє амбіол.

Таблиця 1 – Вплив антиоксидантів на вміст хлорофілу в листках троянд, мг · $г^{-1}$ сирої ваги

Сорт	Не оброблені	Оброблені					
		амбіол	% до необроб.	t	фенозан	% до необроб.	t
Queen Elizabeth	2,80±0,06	3,30±0,10	117,83	4,3	3,20±0,09	114,28	3,3
Super Star	2,60±0,08	3,25±0,06	125,00	6,5	3,15±0,07	121,15	5,2
Gloria Dei	2,51±0,11	3,32±0,05	132,27	6,7	3,10±0,08	123,50	4,3
Starlet	2,77±0,08	3,20±0,08	115,52	3,8	3,07±0,06	110,83	3,0

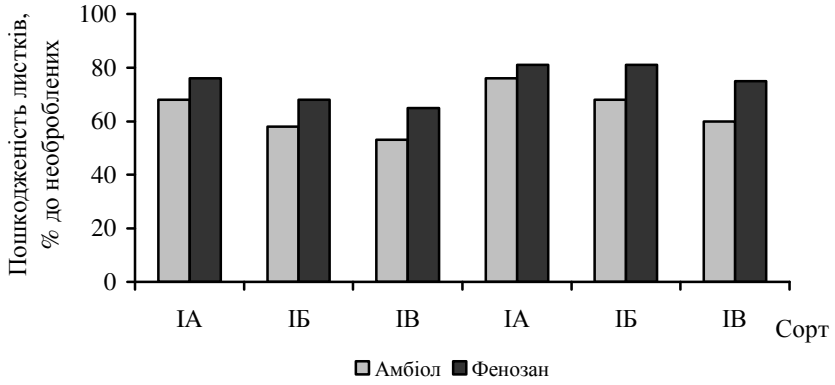


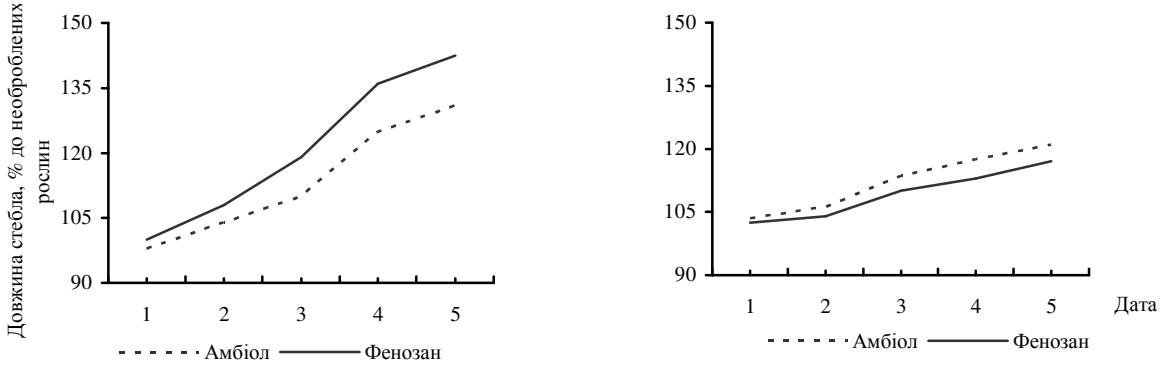
Рисунок 2 – Вплив антиоксидантів на пошкодженість листків троянд під впливом обробки антиоксидантами, % до необроблених рослин

І – червень, ІІ – липень; А – *Queen Elizabeth*, Б – *Gloria Dei*, В – *Super Star*

Протекторна дія амбіолу та фенозану підтверджується й зниженням токсичного ефекту забруднювачів довкіля на ростові процеси. Обробка вивчаємих сортів садових троянд антиоксидантами посилює ростові процеси пагонів (рис. 3). Проте активізація росту, порівняно з контролем, у більшому ступені спостерігається через деякий час після обробки рослин. Це дає можливість стверджувати, що антиоксиданти можуть спричиняти й опосередкований вплив на механізми росту, зниження пошкодженості листків, можливо, шляхом стабілізації біохімічних процесів внаслідок корекції перекисного окиснення ліпідів.

На початку експерименту (15/IV) благоприємна дія амбіолу і фенозану на ріст пагонів обох досліджуваних сортів майже однакова. У наступні строки довжина стебел, як у сорту *Gloria Dei*, так і у *Starlet* збільшується суттєвіше під впливом фенозану. *Gloria Dei* сильніше реагує на обробку, що

узгоджується з більш інтенсивними процесами вільнорадикального окиснення в тканинах рослин цього сорту за умов забруднення. Слід відмітити, що активація росту здійснюється головним чином за рахунок збільшення довжини міжвузлів, а не їх кількості, що корелює з даними про те, що низькі концентрації фенольних сполук спричиняють вплив на ріст клітин розтягненням, збільшуючи їх розміри.



I II

Рисунок 3 – Вплив обробки фенозаном і амбіолом на ріст пагонів троянд сортів *Gloria Dei* (I) і *Starlet* (II): 1 – 15/IV; 2 – 15/V; 3 – 15/VI; 4 – 15/VII; 5 – 15/VIII

Антиоксиданти викликають збільшення площі листків та їх кількості (табл. 2). Під впливом амбіолу площа листка збільшується на 20,0–32,2 % відносно до необроблених рослин залежно від сорту. Фенозан підвищує цей показник на 13,6–20,3 %. У деяких сортів більша протекторна дія відносно до даного показника виявлена у амбіолу.

Характерно, що сортова специфіка у реакції рослин на дію антиоксидантів негативно корелює із ступенем їх стійкості й позитивно з рівнем пероксидації ліпідів. Так, у стійкішого до забруднення сорту *Concerto* стимуляція росту листкової пластинки менша, ніж у *Super Star* і *Gloria Dei*, щохарактеризується більшою чутливістю.

Обприскування рослин антиоксидантами призводить до збільшення кількості листків, що суттєво покращує їх декоративність (табл. 2). Так, кількість листків зростає за дії обробки фенозаном у *Super Star* на 30,0 %, *Gloria Dei* на 36,1 %, *Concerto* на 19,5 %, *Starlet* на 22,1 %. Амбіол підвищує цей показник на 35,2; 39,7; 29,0 і 31,3 % відповідно. Слід вказати, що на стимуляцію листкоутворення у геленіума під впливом обробки амбіолом вказує Л.В. Рункова [9]. У цілому амбіолу властива більш виражена

протекторна дія відносно до такого показника як ріст листків і їх кількість, ніж фенозану. Внаслідок цього кількість листків на рослинах під впливом обробки цим препаратом збільшується у більшому ступені.

Таблиця 2 – Вплив обробки антиоксидантами на площу листків троянд, що зростають за умов забруднення оточуючого середовища

Сорт	Не оброблені	Оброблені					
		амбіол	% до необроб.	t	фенозан	% до необроб.	t
Площа листка, $см^2$							
Peisan	103,0±3,1	123,6±2,2	120,00	5,4	119,1±2,0	115,63	4,4
Queen Elizabeth	132,1±3,4	165,2±2,4	125,05	7,9	158,9±2,7	120,28	6,2
Super Star	109,3±2,7	142,1±3,6	130,00	4,3	133,4±4,2	122,04	5,5
Gloria Dei	104,2±4,2	137,8±3,0	132,24	10,1	130,6±3,0	125,33	5,1
Starlet	100,2±3,1	122,4±2,1	122,15	6,0	115,1±2,0	114,87	4,0
Concerto	97,6±2,1	118,2±2,2	121,10	6,8	110,9±2,2	113,62	4,3
Кількість листків, шт.							
Peisan	42,1±0,9	52,9±0,9	125,65	8,5	50,2±0,9	119,23	5,0
Queen Elizabeth	24,1±0,8	32,6±0,8	135,26	7,5	30,2±0,8	125,31	5,4
Super Star	17,3±0,4	26,1±0,6	150,86	12,2	22,5±0,5	130,05	8,1
Gloria Dei	19,1±0,7	26,7±0,6	139,86	8,3	26,0±0,7	136,12	7,0
Starlet	18,5±0,6	24,3±0,6	131,35	6,8	22,6±0,6	122,16	4,8
Concerto	21,0±0,7	27,1±0,7	129,04	6,2	25,1±0,7	119,52	4,1

Позитивний вплив амбіолу і фенозану проявляється у їх дії на загальну асиміляційну поверхню листків. При цьому дія амбіолу виражена сильніше (рис. 4). Так, у троянд сорту *Super Star* цей показник під впливом амбіолу становить 211,76 % щодо необроблених рослин, фенозану – 176,47 %, для сортів *Queen Elizabeth*, *Gloria Dei* та *Concerto* ці цифри дорівнюють 170,49 і 154,09 %; 184,21 і 165,78 %; 150,00 і 132,50 %.

Співставлення протекторної дії антиоксидантів за умов хронічного впливу на рослини інгредієнтів промислових викидів дозволяє зробити висновок, що похідне 5-бензимідазолу – амбіол дещо значніше зменшує пошкодженість листків, суттєвіше збільшує загальну асиміляційну поверхню хлорофілу в асиміляційній тканині, в той час як фенозан істотніше впливає на ріст пагонів троянд (проте не всіх сортів). Така специфіка дії виявляється у всіх об’єктів, хоча й спостерігаються деякі сортові особливості у ступені зменшення стресової дії промислових полютантів.

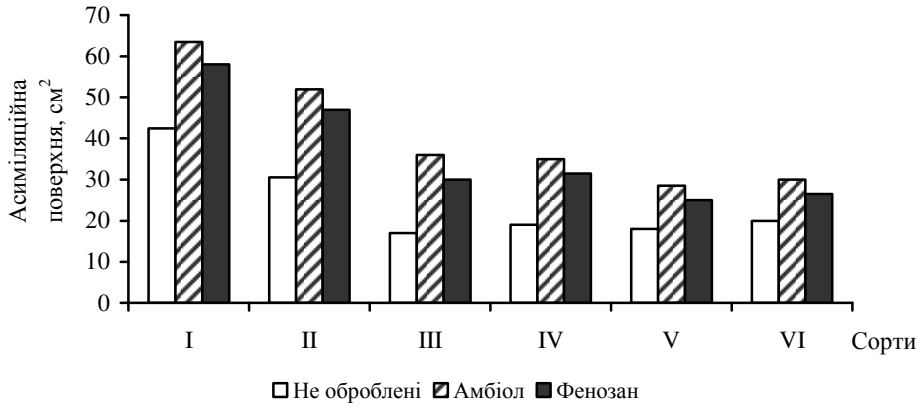


Рисунок 4 – Вплив обробки антиоксидантами на асиміляційну поверхню кущів троянд, см^2: I – *Peisan*, II – *Queen Elizabeth*, III – *Super Star*, IV – *Gloria Dei*, V – *Starlet*, VI – *Concerto*

Неоднаковий характер дії антиоксидантів на параметри росту ми вважаємо, пов'язаний з тим, що у 5-бензимідазолу та його похідних спостерігається цитокінінова активність [7, 10], в той час як у фенозану – ауксинова.

Однією з причин покращання ростових процесів у різних сортів троянд є уповільнення процесів перекисного окиснення ліпідів у тканинах рослин, які зазанали впливу промислових фітотоксикантів. Антиоксиданти діють не тільки як протектори вільнорадикальних процесів, що посилюються під впливом промислових токсикантів, але й спричиняють фітогормональний ефект із цитокініновою дією. Гормональна дія фенозану менш виражена.

Таким чином, аналізуючи отримані результати, слід відмітити позитивний ефект антиоксидантів на процес росту і розвитку троянд за умов постійної дії на них інгредієнтів промислових викидів. Обробка рослин амбіолом і фенозаном знижує активність вільнорадикальних процесів в тканинах троянд, підвищує їх декоративність через зниження пошкодженості та хлоротичності листків, збільшення довжини стебла, площі листків, кількості останніх. Більш ефективну дію на показники асиміляційного апарату спричиняє амбіол, що пов’язано з особливостями його дії на метаболічні процеси, наріст пагонів – фенозан. Перспективними є подальші дослідження впливу антиоксидантів на ріст і розвиток садових троянд, що зростають за умов техногенного навантаження.

ВИСНОВКИ

1. Одним із перспективних шляхів підвищення стійкості троянд за умов техногенезу є обробка рослин антиоксидантами. Обприскування

розчинами фенозану і амбіолу у концентрації 50 мг/л спричиняє позитивний ефект на ріст і розвиток садових троянд на тлі забруднення середовища інгредієнтами промислових викидів. При цьому знижується пошкодженість і хлоротичність асиміляційної поверхні, збільшується її площа, кількість листків, довжина пагонів.

2. Антиоксиданти амбіол і фенозан знижують активність вільнорадикальних процесів у тканинах пагонів досліджуємих сортів садових троянд. Більш ефективнішу на характеристики асиміляційного апарату дію спричиняє амбіол, в тойчас як фенозан – на ріст пагонів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Абрамова Ж.И., Оксенгендлер Г.И. Человек и противоокислительные вещества. – Л.: Наука, 1985. – 230 с.*
2. *Безель В.С., Крежимский Р.Ф., Семериков Л.Ф., Смирнов Н.Г. Экологическое нормирование антропогенных нагрузок. II. Методология // Экология. – 1993. – № 1. – С. 36–47.*
3. *Бессонова В.П., Иванченко О.Е. Изменение активности ферментов антиоксидантной защиты в листьях декоративних цветочных растений под влиянием избытка Fe^{2+} и Cr^{3+} в среде произрастания // Актуальные проблемы экологии: Материалы I Международной конференции (6–8 октября 2004 г.). – Гродно: ГрГУ, 2005. – Часть II. – С. 6–7.*
4. *Владимиров Ю.А., Оленев В.И., Сислова Т.Б. и др. Механизм перекисного окисления липидов и его действие на биологические мембраны // Биофизика. – Т. 5. Молекулярная патология мембранних структур. – М.: ВИНИТИ. – 1975. – С. 56.*
5. *Журавлев А.И. Антиокислители // БМЭ 3-е изд., 1975. – Т. 2. – С. 33–35.*
6. *Клейн Р.М., Клейн Д.Т. Методы исследования растений. – М.: Колос, 1974. – 527 с.*
7. *Кулаева О.Н. Цитокинины, их структура и функции. – М.: Наука, 1973. – 264 с.*
8. *Мусієнко М.М., Паршикова Т.В., Славний П.С. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 200 с.*
9. *Рункова Л.В., Столярова Л.Г. Действие амбиола на некоторые декоративне растения // Биоантиоксидант. – М.: АН СССР, 1989. – Т. I. – С. 189.*
10. *Engelbrecht L., Braniger H., Koine A. Kininwirkunger verschiedener*

Benzimidazolderivate // Flora. – 1967. – A, 158. – S. 109.

CHANGE OF MORPHOLOGICAL INDEXES OF ROSES UNDER INFLUENCE OF ANTIOXIDANTS IN THE CONDITIONS OF PERMANENT ACTION OF INDUSTRIAL CONTAMINATION

V.P. Bessonova, E.V. Dubova, O.E. Ivanchenko

Influence of antioxidants of ambiol and phenozan on morphological indexes and intensity peroxidation oxidization of lipid's processes at the different sorts of garden roses, reared in the conditions of industrial contamination has been studied. The decline of intensity of peroxidation lipid's, intensification of growth of escapes, increase of assimilatory surface of vegetable objects and maintenance in the leaves of chlorophyll. The stimulant action of ambiol is expressed stronger what phenozan.

УДК [582. 734. 2: 581. 4] : 502. 55: 628. 5

Бессонова В.П., Дубова О.В., Іванченко О.Є. Зміна морфологічних показників троянд під впливом антиоксидантів за умов постійної дії промислового забруднення // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2008. – Вип. 13, № 1. – С. 9–18.

Вивчено вплив антиоксидантів амбіолу і фенозану на морфологічні показники та інтенсивність процесів перекисного окиснення ліпідів у різних сортів садових троянд, що зростали за умов промислового забруднення. Встановлено зниження інтенсивності пероксидації ліпідів, інтенсифікація росту пагонів, збільшення асиміляційної поверхні і вмісту хлорофілу в листках у рослинних об'єктів. Стимулююча дія амбіолу на деякі показникивиражена сильніше ніж фенозану.

Бібл. 10. Табл. 2. Рис. 4.