

УДК 581.1:577.152.1:633.15:632.954:632.112

Г. С. Россихіна, О. М. Вінниченко

Дніпропетровський національний університет

СИСТЕМА АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ КОРІННЯ КУКУРУДЗИ В РАЗІ АДАПТАЦІЇ ДО КОМБІНОВАНОЇ ДІЇ ГЕРБІЦИДІВ ТА ҐРУНТОВОЇ ПОСУХИ

Досліджено реакцію відповіді ферментів антиоксидантного захисту коріння кукурудзи гібриду Кадр 267 МВ на комбіновану дію гербіцидів і ґрунтової посухи. Встановлено, що ці умови активували супероксиддисмутазу (СОД) і пероксидазу, викликали коливання каталазної активності.

Reaction of antioxidant enzymes in the maize root (Kadr 267 MV hybrid) to the combined action of herbicides and soil drought was studied. These conditions activated superoxide dismutase (SOD) and peroxidase and caused oscillation in the catalase enzymatic activity.

Вступ

На сьогодні однією з актуальних проблем в Україні є одержання високих і стабільних врожаїв сільськогосподарських культур. У зоні нестійкого зволоження північного Степу головним фактором, який лімітує ріст і розвиток рослин кукурудзи, є ґрунтова волога, дефіцит якої довершують бур'яни. Для зниження їх шкодочинності у сучасних умовах розвитку аграрного сектора при вирощуванні сільськогосподарських культур як найбільш ефективні засоби використовують гербіциди. Хімічні препарати відносяться до небезпечних речовин антропогенного походження, їх відзначає вибірковість впливу на рослинні об'єкти.

У відомій нам літературі зустрічається багато відомостей про існування рослинних організмів у несприятливих зовнішніх умовах [1–7; 10; 11; 16]. У ряді праць відмічено, що під індивідуальним впливом як гербіцидних препаратів, так і посухи відбуваються зміни росту та розвитку [7; 10; 13], геному рослин [7], фотосинтезу [12; 13], енергетичного [8], азотного [1; 5] та ліпідного обміну [5; 6], прооксидантно-антиоксидантної рівноваги [4; 5; 9; 13; 14].

Хоча ці два підходи рівнозначні у розумінні механізмів стійкості рослин до дії стресорів, треба зазначити, що в сучасних природних умовах присутнє комплексне навантаження антропогенного та природного походження на рослину. Набагато менше робіт у науковій літературі присвячено сумісній дії гербіцидів і посухи на рослинні об'єкти. Не висвітленим залишається питання стосовно механізмів стійкості та адаптації за цих умов. З урахуванням цього виникає необхідність вивчення функціонування метаболічних процесів у рослинних організмах за впливу ґрунтової посухи та гербіцидів, виявлення специфічності формування захисно-приспосувальних реакцій.

Тому мета даної роботи – виявити комбіновану дію гербіцидів і ґрунтової посухи на активність антиоксидантних ферментів – супероксиддисмутази (СОД), пероксидази та каталази, які беруть безпосередню участь у захисних і пристосувальних реакціях рослинних організмів.

Матеріал і методи досліджень

Моделльні досліді проводили в лабораторних умовах із гібридом кукурудзи Кадр 267 МВ. Рослини вирощували у ґрунтовій культурі за дії хлорацетанілідного

© Россихіна Г. С., Вінниченко О. М., 2005

препарату фронтьер у концентраціях 5, 10, 50, 100 мг/л за оптимального водозабезпечення (60 % вологість ґрунту від ПВ). У фазі першого та третього листків рослини піддавали впливу водного дефіциту протягом однієї та п'яти діб. Рослини контрольного варіанта продовжували вирощувати за оптимального зволоження ґрунту (60 % ПВ). По закінченні експозиції визначали активність ферментів антиоксидантного захисту в корінні. Активність СОД оцінювали за ступенем інгібування процесу відновлення нітротетразолію синього в системі феназинметасульфат – NADH^+ – нітротетразолій синій [18]. Активність виражали в умовних одиницях за хвилину на грам сирої речовини. Активність пероксидази визначали фотокалориметричним методом, що заснований на здатності пероксидази каталізувати окислення бензидину з утворенням продукту синього кольору [15]. Каталазну активність визначали за кількістю розкладеного перекису під впливом ферменту шляхом титрування перманганатом калію [15]. Результати експерименту опрацьовані статистично [17].

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження показали, що вирощування проростків кукурудзи в умовах ґрунтової посухи на гербіцидному фоні призводить до перебудов у ферментативних захисних системах (рис. 1–3).

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що активність супероксиддисмутази у фазу першого листка за дії ґрунтової посухи тривалістю одну добу достовірно перевищувала контроль на 70 % за впливу фронтьєру в дозі 5 мг/л. При використанні фронтьєру в концентраціях 10, 50 та 100 мг/л ферментативна активність перевищувала контроль відповідно на 307, 338 та 481 %. Із продовженням тривалості водного дефіциту до п'яти діб зафіксовано збільшення активності СОД, але рівень її перевищував контроль відповідно за дії тих самих концентрацій лише на 18, 53, 77 та 118 % (рис. 1, А).

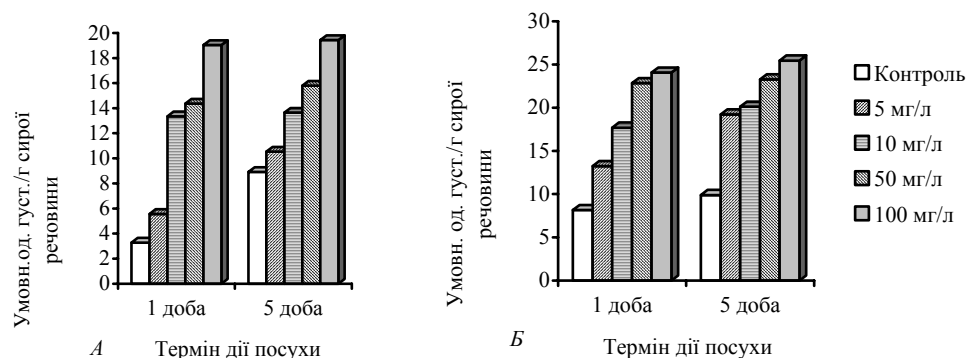


Рис. 1. Активність СОД у корінні в фазу першого (А) та третього листка (Б) за дії комбінованого стресу

Ферментативна активність коріння у фазу третього листка за дії одностодової посухи була достовірно вищою за контроль на 62 % (5 мг/л), 117 % (10 мг/л), 180 % (50 мг/л) та 195 % (100 мг/л). При збільшенні терміну стресового навантаження до п'яти діб зафіксовано подальше зростання активності супероксиддисмутази. При цьому рівень ензиматичної активності перевищував контрольний на 94 % на фоні дії гербіциду в концентрації 5 мг/л, на 103 % – 10 мг/л, 135 % – 50 мг/л та 157 % – 100 мг/л (рис. 1, Б).

Дані щодо зміни активності пероксидази коріння проростків кукурудзи залежно від терміну дії посухи та концентрації гербіциду представлені на рисунку 2, А, Б. Ґрунтова посуха (одна доба) у фазу першого листка викликала значну достовірну стимуляцію активності відносно контролю на 209, 361, 421 та 493 %

стимуляцію активності відносно контролю на 209, 361, 421 та 493 % відповідно до дії концентрацій препарату 5, 10, 50 та 100 мг/л. При збільшенні терміну дії водного дефіциту до п'яти діб у корінні зафіксовано на 33, 34, 37 та 77 % вищу пероксидазну активність, ніж у варіантах однодобового впливу. У фазу третього листка за однодобового дефіциту вологи активність ензиму достовірно вища за контроль на 37 % (5 мг/л), 40 % (10 мг/л), 72 % (50 мг/л) та 106 % (100 мг/л). Вплив п'ятидобової ґрунтової посухи викликав незначну стимуляцію пероксидази, рівень активності якої за дії препарату у концентрації 5 мг/л перевищував контроль на 11 %, 10 мг/л – 29 %, 50 мг/л – 50 %, 100 мг/л – 100 %.

На рисунку 3, А, Б наведені дані щодо активності каталази в корінні кукурудзи за дії комбінованого стресового навантаження. Слід відзначити, що активність ферменту у фазу першого листка за одно- та п'ятидобового дефіциту вологи за дії фронтьєру в концентраціях 5, 10 та 50 мг/л недостовірно змінювалась відносно контролю. За впливу дози 100 мг/л зафіксовано достовірне зниження активності на 60 % (перша доба) і збільшення на 100 % (п'ята доба).

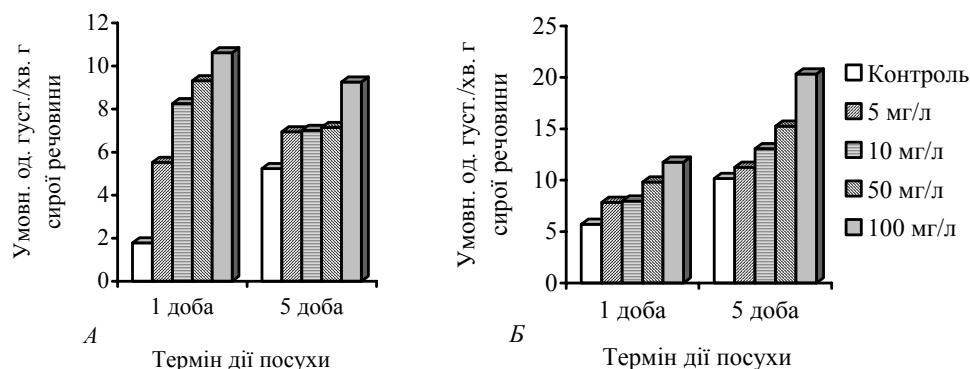


Рис. 2. Активність пероксидази в корінні в фазу першого листка (А) та третього листка (Б) за дії комбінованого стресу

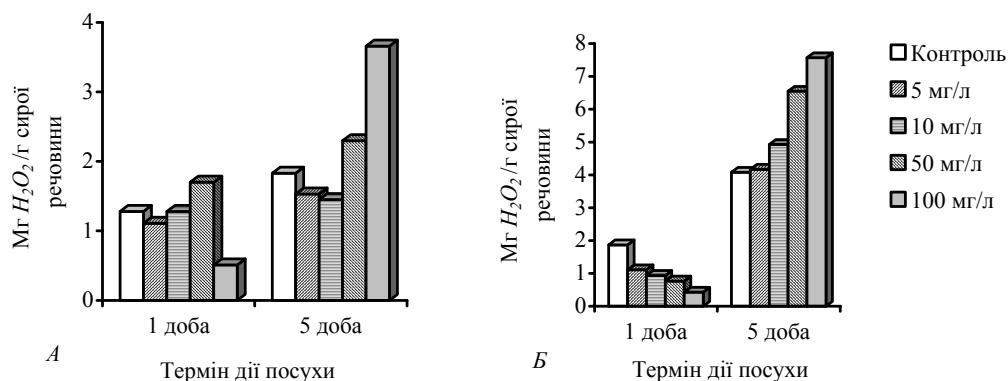


Рис. 3. Активність каталази в корінні в фазу першого листка (А) та третього листка (Б) за дії комбінованого стресу

У фазу третього листка сумісний вплив однодобової ґрунтової посухи та концентрацій гербіциду викликав достовірне гальмування функціональної активності каталази на 41 % – 10 мг/л, 50 % – 50 мг/л та на 77 % – 100 мг/л. Посилення водного дефіциту до п'яти діб сприяло достовірному збільшенню ферментативної активності відносно контролю за дії тих самих концентрацій на 21, 62 та 86 %.

Ці результати узгоджуються з даними багатьох дослідників, у працях яких вказується, що активність антиоксидантних ферментів, у тому числі й супероксиддисму-

тази, пероксидази та каталази в рослинних організмах збільшується за дії посухи, гербіцидів, гіпоксії, температури, засолення та ін. [2–4; 9; 11; 14; 16]. Це свідчить про адаптацію останніх до тих або інших умов.

Висновки

Отримані результати свідчать про те, що стресові умови стимулюють активність СОД і пероксидази та неоднозначно впливають на активність каталази, що свідчить про певну перебудову головної ланки антиоксидантної системи, спричинену дією комбінованого стресу (складові якого – дія гербіцидів і посухи) та про адаптацію рослин до цих чинників.

Встановлено, що характер реакції антиоксидантної системи коріння на рівні її ключової ланки – ензимів СОД, пероксидази, каталази залежить від тривалості стресової дії посухи та віку рослин: дорослі рослини мають більш потужну систему захисту. Отримані результати важливі як для розкриття механізмів захисту рослинних організмів за дії комбінованих стресів, так і для розробки методів оцінки фізіологічного стану рослин за умов природного та антропогенного навантаження.

Бібліографічні посилання

1. Авксентьева О. А. Влияние водного стресса на азотный обмен в листьях и корнях проростков озимой пшеницы // Физиология и биохимия культурных растений. – 2004. – Т. 36, № 2. – С. 131–138.
2. Барабой В. А. Стан антиоксидантної системи за дії іонізуючої радіації у низьких дозах та низької інтенсивності / В. А. Барабой, С. А. Олійник, Ю. В. Хмелевський // Український біохімічний журнал. – 1999. – Т. 66, № 4. – С. 3–18.
3. Бараненко В. В. Активність супероксиддисмутази в рослинах гороху за кліностатування // Збірник Терноп. держ. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Біологія. – 2002. – № 1 (16). – С. 38–42.
4. Василюк Е. М. Исследование влияния гербицидов на активность каталазы некоторых самоопыленных линий кукурузы в условиях вегетационного эксперимента // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. – 1997. – Вип. 3. – С. 179–187.
5. Вінніченко О. М. Захисні механізми рослин за дії гербіцидів // Збірник Терноп. держ. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Біологія. – 2002. – № 3 (18). – С. 90–92.
6. Вплив важких металів і гербіцидів на склад ліпідів і ліпідний обмін у зерні та колеоптилях кукурудзи / В. М. Глубока, Л. Ф. Заморуєва, І. О. Філонік та ін. // Збірник Терноп. держ. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Біологія. – 2002. – № 3 (18). – С. 153–157.
7. Генкель П. А. Основные пути изучения физиологии засухоустойчивости растений // Физиология засухоустойчивости растений. – М.: Наука, 1971. – 307 с.
8. Григорюк І. П. Біоенергетичні аспекти стійкості рослин до посухи / І. П. Григорюк, М. Ф. Михальський, О. І. Серга // Физиология и биохимия культурных растений. – 2003. – Т. 35, № 6. – С. 494–504.
9. 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.
10. Жук О. И. Влияние водного стресса на рост клеток в меристеме первичного корня кукурузы // Физиология и биохимия культурных растений. – 1993. – Т. 25, № 6. – С. 569–575.
11. Закржевский Д. А. 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.
12. Кислюк И. М. Увеличение длины и количества мембран тилакоидов в хлоропластах листьев пшеницы в результате теплового стресса / И. М. Кислюк, Л. С. Буболо, М. Д. Васильковский // Физиология растений. – 1997. – Т. 44, № 1. – С. 39–44.
13. Мордерер Е. Ю. Избирательная фитотоксичность гербицидов. – К.: Логос, 2001. – 240 с.
14. Нижник Т. П. Інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів і активність антиоксидантних ферментів у листках картоплі за дії посухи та полістимуліну К / Т. П. Нижник,

- І. П. Григорюк, Л. М. Михальська // Український біохімічний журнал. – 2004. – Т. 76, № 1. – С. 130–135.
15. **Плешков Б. П.** Практикум по биохимии растений. – М.: Колос, 1968. – 183 с.
16. **Продукты** перекисного окисления липидов как возможные посредники между воздействием повышенной температуры и развитием стресс-реакции у растений / Л. Н. Курганова, А. П. Веселов, Ю. В. Синицына, Е. А. Еликова // Физиология растений. – 1998. – Т. 46, № 2. – С. 218–222.
17. **Рокицкий П. Ф.** Биологическая статистика. – Минск: Высшая школа, 1973. – 320 с.
18. **Fried R.** Enzymatic and non-enzymatic assay of superoxide dismutase // Biochem. – 1975. – Vol. 57, N 3. – P. 657–660.

Надійшла до редколегії 15.09.05.

УДК 577.34+591.5

О. В. Севериновська, Т. М. Лагутіна, О. Ю. Зайченко, А. І. Дворецький

Дніпропетровський національний університет

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ПЕЧІНКИ ЗА УМОВ РАДІАЦІЙНО-ХІМІЧНОГО ВПЛИВУ

Досліджено хронічний вплив низькоінтенсивного рентгенівського опромінення в дозі 15 сГр та 25 сГр і суміші солей важких металів у дозі 2 ГДК (як окремо, так і спільно) на стан про-/антиоксидантної системи печінки щурів. Аналіз даних із комбінованих впливів дозволяє зробити висновок про відмінність ефектів при дозах 0,15 та 0,25 Гр: в обох випадках спостерігається сплеск процесів ПОЛ, але при меншій дозі має місце адитивність, а при дозі 25 сГр – синергізм ефектів чинників щодо розвитку перекисних процесів. Результати свідчать, що техногенне забруднення води важкими металами погіршує ефект дії радіаційного фактора, зокрема усуває сплеск антиокислювальної активності при дозі 0,15 Гр. Також досліджено біохімічні показники роботи печінки як центрального органа обміну речовин та структуру захворюваності у ліквідаторів аварії на ЧАЕС із промислово навантаженого регіону Придніпров'я. Показано порушення функцій печінки, особливо у осіб, що отримали дозу опромінення близько 0,25 Гр. Співставлення цих результатів і даних із дослідів на тваринах виявляє їх узгодженість і підтримує правомірність екстраполяції даних модельних експериментів на стан здоров'я людей, що підлягали аналогічному впливу.

Chronic influences of low-intensity X-rays in doses of 0.15 and 0.25 Gr and mix of heavy metals salts in a dose of 2 EPC (extreme permissible concentrations) for each metal, as a single factor or as a combination of factors, on the state of pro-/antioxidative system in a rat liver have been studied. Analysis of the data concerning combined influences allows to conclude that effects under these doses have some differences: a splash of processes of lipid peroxidation are observed in both causes, but under the lower dose an additivity takes place, and under the dose of 0.25 Gr a synergism of the agent effects in relation to the development of peroxidative reactions is registered. The results testify that technogenic contamination of water with heavy metals worsens the action of radiation factor, specifically, eliminates a hormetic splash of antioxidative activity at 0.15 Gr. Biochemical indexes of the liver activity, as a central organ of a general metabolism, and a structure of morbidity have been studied in liquidators of the Chernobyl accident from industrial Prydniprovie region. Disturbances of liver functions have been shown, especially in persons obtained the exposure dose about 0.25 Gr. A comparison of these results and data of tests with laboratory animals reveals their mutual accord and supports a relevancy of extrapolation of data of model experiments on a person health state, which undergone a similar influence.

Вступ

Наслідки Чорнобильської аварії загострили увагу радіобіологів, екологів, фізіологів до проблем впливу низьких рівнів радіації на організм. Післячорнобильський екологічний стан у Придніпровському регіоні поєднується зі значним забрудненням

© Севериновська О. В., Лагутіна Т. М., Зайченко О. Ю., Дворецький А. І., 2005