

G. S. Rossikhina
Condition of antioxidant system of Zea mays under herbicide action

УДК 581.1+577.152.1+633.15+632.954

Г. С. Россихіна

Дніпропетровський національний університет

СТАН АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ *ZEА MAYS* ПІД ВПЛИВОМ ГЕРБІЦИДІВ

Досліджено зміну ферментативної активності супероксиддисмутази (СОД), каталази, пероксидази в листі кукурудзи за дії ґрунтових гербіцидів (харнесу, фронт'єру, мерліну). Показано підвищення активності СОД і пероксидази та зниження активності каталази. Ці зміни спрямовані на зняття окисного стресу і, тим самим, гербіцидного пошкодження.

The change of superoxide dismutase, catalase and peroxidase enzymatic activity in maize leaves under action of soil herbicides – Harness, Frontier, Merlin – has been studied. It is shown the increase of superoxide dismutase and peroxidase activity and the decrease of catalase activity. It is directed to reduce the oxidation stress and thereby the herbicidal damage.

Вступ

Значні збитки сільськогосподарському виробництву чинять рудеральні рослини. Вони позбавляють культурні рослини поживних речовин, вологи, світла, заглишають їх, знижують врожай та погіршують якість продукції. У боротьбі з рудеральною рослинністю вирішальну роль відіграють гербіциди [5; 6], які представлені доволі складними органічними сполуками високої фізіологічної активності. Із літературних джерел відомо, що вплив гербіцидів на рослини гальмує їх ріст і розвиток, порушує багато фізіологічних і біохімічних процесів у клітинах, інгібуючи фотосинтез, транспірацію, біосинтез білка, мінеральне живлення [2; 3; 6; 12; 13]. Під впливом не-

© Г. С. Россихіна, 2006

149

гати́вних чинників навколишнього середовища, у тому числі гербіцидів, у клітинах посилюються процеси перекисного окиснення та відбувається порушення про- та антиоксидантного балансу, внаслідок чого рослинний організм може загинути [4; 6; 7]. Процес адаптації рослин до певних факторів середовища включає активну участь ферментних систем, супероксиддисмутази (СОД), каталази та пероксидази, які відіграють важливу роль у захисних реакціях рослин.

Антиоксиданти здатні зв'язувати вільні радикали, які діють у напрямку розвитку деструктивних окисних процесів, що посилюються за умов впливу на клітину певних фізичних і хімічних факторів різного походження. Накопичення антиоксидантів сприяє інгібуванню деструктивних реакцій вільнорадикального окиснення [1; 4; 10]. У вирішенні питання адаптації культурних рослин до впливу несприятливих умов і вироблення захисних механізмів проти пестицидів важливу роль відіграє вивчення стану антиоксидантної системи рослин у різні періоди після обробки препаратами гербіцидного походження.

Тому мета даної роботи – описати динаміку активності ключових антиоксидантних ферментів (СОД, каталази та пероксидази) у листі кукурудзи на різних фазах вегетації рослин за гербіцидної дії у польовому досліді.

Матеріал і методи досліджень

Для експериментів використовували листки рослин кукурудзи (*Zea mays* L.) гібриду Кадр 267 МВ, який вирощували на дослідних ділянках Інституту зернового господарства УААН (м. Дніпропетровськ) за умов передпосівного внесення гербіцидів. Дослід закладено за такою схемою:

- 1) контроль (без гербіцидів);
- 2) харнес (2,5 л/га) – похідний хлорацетанілідів;
- 3) фронт'єр (1,5 л/га) – похідний хлорацетанілідів;
- 4) мерлін (125 г/га) – похідний ізоксазону.

Контрольні рослини вирощували без гербіцидної обробки. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем, *pH* нейтральна. Препарати вносили за допомогою ранцевого обприскувача. Облікова площа ділянок – 10 м², повторність чотириразова.

Активність супероксиддисмутази досліджували за методом [14], принцип якого полягає у здатності СОД конкурувати з нітротетразолієм синім за супероксидні аніони, які утворюються внаслідок аеробної взаємодії відновленої форми нікотинамідаденіндинуклеотид і феназинметасульфату. Активність виражали у відносних одиницях на грам сирої речовини. Активність каталази визначали за кількістю розкладеного перекису під впливом ферменту шляхом титрування перманганатом калію [9]. Активність каталази виражали в міліграмах H_2O_2 на грам сирої речовини. Пероксидазну активність визначали фотокалориметричним методом, що заснований на здатності ензиму каталізувати окиснення бензидину з утворенням продукту окиснення синього кольору [9]. У роботі використовували наступні реактиви: НАД· H_2 , нітросиній тетразолій (фірми «Reanal», Угорщина), феназинметасульфат (фірми «Sigma», США). Інші реактиви вітчизняного виробництва марок «х. ч.» та «ч. д. а.». Дані опрацьовані статистично [11].

Результати та їх обговорення

Супероксиддисмутазна активність властива для всіх вищих рослин. Цей фермент важливий для протиокисного захисту клітини; він каталізує дисмутацію супероксидних радикалів. У листі контрольного варіанта активність СОД протягом усього розвитку підвищувалась і набувала максимуму в фазу викидання волоті – цвітіння – 29,7 відн. од./г с. р. Криві активності СОД дослідних варіантів подібні до контрольного (рис. 1). У фазу першого листка рівень ензиматичної активності достовірно пе-

ревищував контрольний за дії харнесу (на 71,5 %), фронтьєру (на 23,9 %) та мерліну (на 15,2 %). При цьому у варіанті з харнесом відмічені істотні відмінності в активності ензиму відносно контролю. На стадії третього листка відбувались незначні коливання активності СОД, але суттєва різниця між дослідом і контролем зареєстрована при застосуванні фронтьєру (на 40,8 %) та мерліну (на 41,1 %). У фазу викидання волоті – цвітіння рівень ферментативної активності спадав і виявлявся нижчим за контроль за дії хлорацетанілідних препаратів на 18,6–27,7 %.

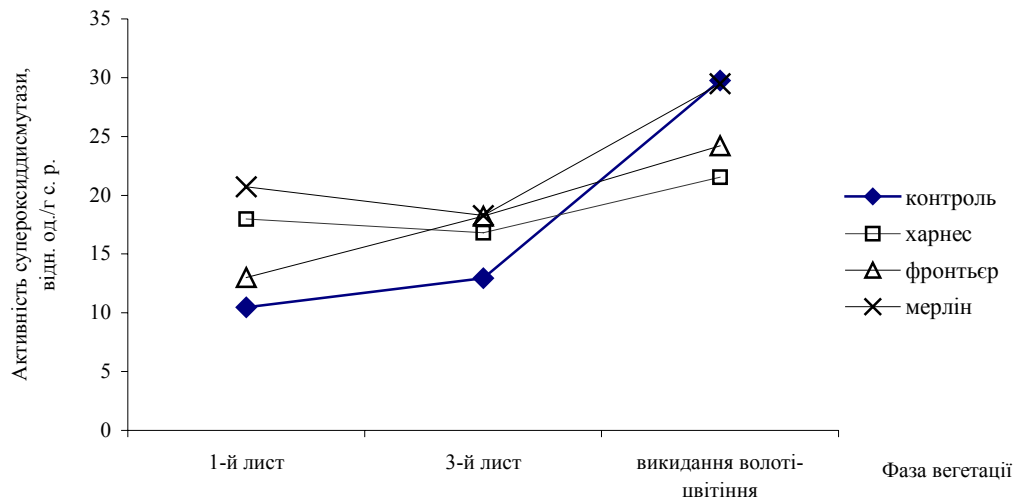


Рис. 1. Вплив гербіцидів на активність супероксиддисмутази у листі кукурудзи

Із літературних джерел відомо, що за участю СОД антиоксидантний захист забезпечується неповністю, оскільки при дисмутації супероксидного радикала утворюється пероксид водню – біологічно активний інтермедіат кисню. У підтриманні нормального рівня H_2O_2 у клітині першочергову роль відіграють каталаза та пероксидаза. Тому ми дослідили дію ксенобіотиків на реакцію іншого антиоксидантного ферменту – каталази, динаміка активності якого представлена на рис. 2. Гербіциди призводили до пригнічення активності цього ензиму. У дослідних зразках активність каталази нижча за контроль протягом досліджених фаз розвитку. Недостовірні зміни активності за дії всіх препаратів відмічені у фазу першого листка. У фазу третього листка харнес викликав достовірне зниження ензиматичної активності відносно контролю на 70,6 %, фронтьєр – на 52,9 %, мерлін викликав недостовірні зміни. Фаза викидання волоті – цвітіння характеризується зниженням рівня каталази за дії харнесу та мерліну на 66,7 та 47,1 % відповідно. Виняток становив препарат фронтьєр, який викликав зростання активності на 47,1 % відносно контролю.

Із рисунка 3 видно, що розвиток рослин супроводжувався також ростом активності пероксидази. Активність пероксидази збільшувалась починаючи з фази першого листка та перевищувала контроль за дії мерліну на 74,5 %, а препаратів харнес і фронтьєр – на 68,5 та 85,9 % відповідно. Максимальна активність ферменту виявлена при застосуванні харнесу (38,2 відн. од./хв. г с. р.) і фронтьєру (26,6 відн. од./хв. г с. р.) у фазу викидання волоті – цвітіння, а при застосуванні мерліну (32,7 відн. од./хв. г с. р.) у фазу третього листка. Однак істотні зміни рівня активності дослідів та контролю зафіксовані у фазу першого листка для фронтьєру – у 1,86 раза, а у фазу третього листка для харнесу та мерліну – у 1,97 і 2,82 раза відповідно.

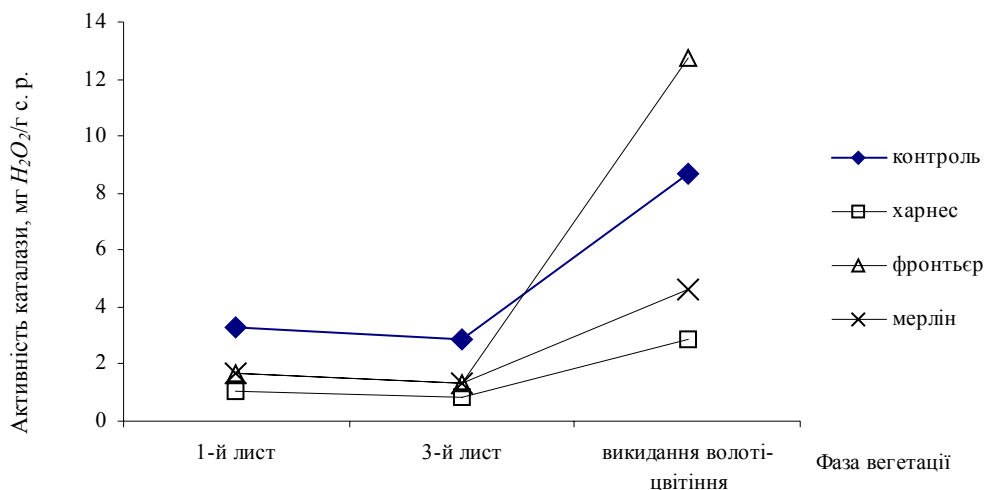


Рис. 2. Вплив гербіцидів на активність каталази у листі кукурудзи

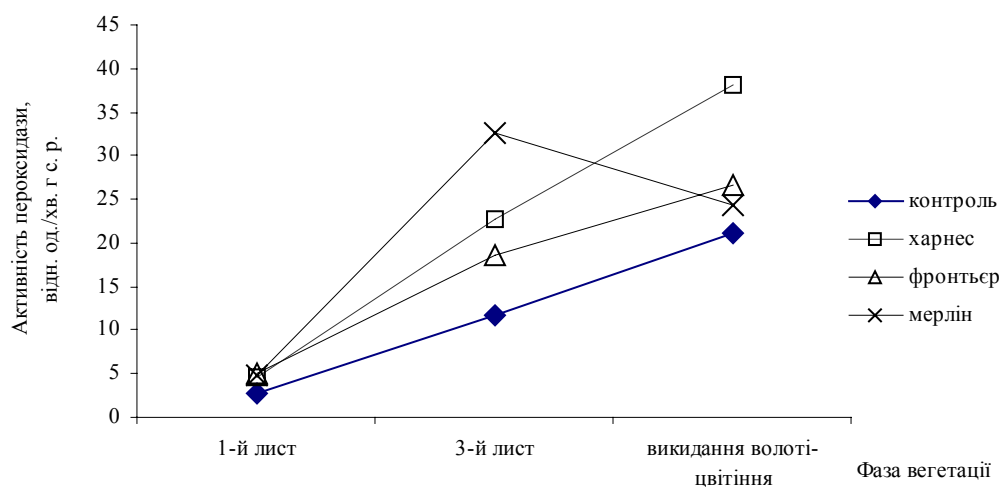


Рис. 3. Вплив гербіцидів на активність пероксидази у листі кукурудзи

Загалом динаміка активності антиоксидантних ензимів за дії гербіцидного стресу була подібною, що свідчить про певний взаємозв'язок цих показників. Надземні органи рослин відчують вплив стресора опосередковано, через порушення кооперативних зв'язків із кореневою системою на рівні транспорту метаболітів та фізіологічно активних сполук [1].

Одержані результати визначення активності СОД, каталази та пероксидази у тканинах листка узгоджуються з літературними даними. Встановлено, що ауксиноподібні препарати: естерон, діален С, базагран викликають підвищення активності супероксиддисмутази відповідно в 5,4, 1,9 та 2,2 раза [12]. В. С. Більчук [2] показано, що внесення передпосівного гербіциду трофі збільшило активність пероксидази на 20 % відносно контролю. Спрямоване внесення раундапу на фоні допосівної обробки ґрунту препаратом трофі сприяло збільшенню ферментативної активності на 36 %. Цим же автором відмічена дещо інша залежність за дії ксенобіотиків на активність каталази. Встановлено, що ензиматична активність статистично достовірно знижена в 1,6–3,1 раза у більшості варіантів досліджу.

Аналіз впливу гербіцидних препаратів, які розрізняються за фізико-хімічними властивостями, на активність СОД, каталази та пероксидази листя кукурудзи виявив найбільшу дію ґрунтових препаратів на активність каталази. Зниження її активності можна пов'язати з розвитком окисного стресу. Ряд змін, які відбуваються в клітині внаслідок впливу гербіцидів, очевидно, можуть бути пусковими для відповідних механізмів захисту. Про це свідчить підвищення активності СОД, яке спостерігалось в наших дослідках і яке розглядається як захисна реакція рослин проти появи токсичних кисневих радикалів [8], що утворюються за дії гербіцидів.

Пероксидаза входить до складу антиоксидантної системи, активність якої визначає рівень стійкості рослин до різних факторів. Мотивацією до підвищення активності пероксидази є, очевидно, прояв компенсаторних антиоксидантних механізмів, спрямованих на запобігання окисного пошкодження тканин [10], викликаного дією гербіцидів. Збільшення активності пероксидази може бути викликане синтезом нових ізоферментів пероксидази або накопиченням сполук – субстратів ферменту, які індують його синтез. У сукупності стан антиоксидантної системи може служити критерієм адаптованості рослин до стресових факторів.

Висновки

1. На початкових етапах розвитку (фаза 1-го та 3-го листків) гербіцидні препарати збільшують активність супероксиддисмутази, а на пізніших (викидання волоті – цвітіння) – цей показник знижується. Каталаза листків відповідає на дію ґрунтових гербіцидів зниженням активності.

2. Рівень пероксидазної активності на всіх фазах вищий за контроль; він збільшується в онтогенезі рослин.

3. Зміни активності антиоксидантних ферментів за дії ксенобіотиків спрямовані на зняття окисного стресу та, тим самим, гербіцидного пошкодження. Характер антиоксидантної реакції листя кукурудзи на рівні ферментів СОД, каталази та пероксидази залежить від напруженості й тривалості дії гербіцидів та віку рослин.

Бібліографічні посилання

1. **Активность** антиокислительной системы и интенсивность перекисного окисления липидов в растениях пшеницы в связи с сортовой устойчивостью к переувлажнению почвы / Ю. Е. Калашников, Т. И. Балахнина, Р. П. Бенничелли и др. // Физиология растений. – 1999. – Т. 46, № 2. – С. 268–275.
2. **Більчук В. С.** Вплив гербіцидної обробки на активність пероксидази і каталази зерна кукурудзи // Проблеми сучасної екології. Тези Міжнар. конф. – Запоріжжя, 2002. – С. 18.
3. **Вінниченко О. М.** Захисні механізми рослин за дії гербіцидів // Наук. зап. Тернопіл. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер. Біол. – 2002. – № 3 (18). – С. 90–92.
4. **Колупасєв Ю. Є.** Стресові реакції рослин (молекулярно-клітинний рівень). – Харків: Харк. держ. аграрн. ун-т, 2001. – 173 с.
5. **Матюха Л. П.** Гербіциди: агроекологічна прийнятність / Л. П. Матюха, С. Й. Хейлик // Захист рослин. – 1999. – № 1. – С. 8–10.
6. **Мордерер Е. Ю.** Избирательная фитотоксичность гербицидов. – К.: Логос, 2001. – 240 с.
7. **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.
8. **Островская Л. К.** Супероксидный радикал при дефиците металлов и симптомах хлороза // Физиология и биохимия культ. растений. – 1993. – Т. 25, № 2. – С. 107–113.
9. **Плешков Б. П.** Практикум по биохимии растений. – М.: Колос, 1968. – 183 с.

10. **Рогожин В. В.** Антиоксидантная система в прорастании семян пшеницы / В. В. Рогожин, В. В. Верхотуров, Т. Т. Курилюк // Известия РАН. Серия биологическая. – 2001. – № 2. – С. 165–173.
11. **Рокицкий П. Ф.** Биологическая статистика. – Минск: Высшая школа, 1973. – 320 с.
12. **Россихина Г. С.** Вплив гербіцидної обробки на ліпопероксидацію і системи її регулювання в зерні кукурудзи / Г. С. Россихина, О. М. Вінниченко // Вісник Львів. ун-ту. Серія біологічна. – 2004. – Вип. 37. – С. 227–231.
13. **Садовська О. Ф.** Вплив гербіцидів на амілолітичні ферменти та вміст вуглеводів у злакових культур на різних етапах розвитку / О. Ф. Садовська, І. О. Філонік, О. М. Вінниченко // Проблеми сучасної екології. Тези Міжнар. конф. – Запоріжжя, 2002. – С. 29.
14. **Fried R.** Enzymatic and non-enzymatic assay of superoxide dismutase // Biochem. – 1975. – Vol. 57, N 3. – P. 657–660.

Надійшла до редколегії 18.12.05.

УДК 57.615.847.8

А. І. Руденко, О. С. Трушенко, О. Б. Мурзін

*Інститут гастроентерології АМН України
Дніпропетровський національний університет*

ПЕРІОДИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ СЕКРЕТОРНИХ ЗАЛОЗ ШЛУНКА ПРИ ВИРАЗКОВОМУ УШКОДЖЕННІ ГАСТРОДУОДЕНАЛЬНОЇ ЗОНИ

Встановлено, що розвиток атофан-карбахолінової виразки гастродуоденальної зони в собак викликає значні зміни секреторної діяльності шлунка, які прямо залежать від ступеня патологічного процесу. При цьому змінюється реакція секреторних залоз шлунка на стимуляцію гістаміном: до 10-ї доби відзначалося зниження працездатності секреторних залоз шлунка, а на 10–15-у добу – її підвищення. Наявність порушень ультрадіанних ритмів секреторних залоз шлунка уже на початкових стадіях моделювання порушень нервової регуляції гастродуоденальної зони (ГДЗ) свідчить про залежність періодичної діяльності травного тракту від стійкості співвідношень його регуляторних механізмів.

It was fixed, that development of atophanum-carbacholimun ulcer of the gastroduodenal zone invoked various changes of secretory activity of the stomach. The changes directly depend on a progress of pathological process. As this takes place the reaction of stomach secretory glands varies under the stimulation with histamine: the decrease of stomach secretory glands' work capacity till 10th day and its increase after 10–15th day were observed. Disorders of the glands' ultradian rhythms at initial stages of modeling of gastrointestinal nervous regulation disturbances testify to dependence of periodic activity of gastrointestinal tract on resistance of regulatory mechanisms correlation.

Вступ

Серед біологічних ритмів людини та тварин особливий інтерес становить циклічність діяльності травної системи, яка краще за все виявляється в міжтравний період. У наш час відомо, що періодична діяльність травної системи має пряме відношення до її евакуаторної, секреторної, інкреторно-екскреторної та всмоктувальної функцій. Ритми вказаної системи залежать від режиму її функціонування та прийому їжі. Уся діяльність періодичних ритмів травної системи спрямована на підтримку рівня обмінних процесів організму на певному рівні.

Більша частина експериментальних досліджень присвячена періодичній руховій діяльності шлунково-кишкового тракту (ШКТ), у меншому ступені представлене ви-

© А. І. Руденко, О. С. Трушенко, О. Б. Мурзін, 2006