

УДК 632.954:633.15

© 2015

*Лихолат Ю. В., доктор біологічних наук,
Россихіна-Галича Г. С., молодший науковий співробітник*

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

РЕДОКС-РЕАКЦІЯ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ ОРЖИЦЯ 237МВ НА ДІЮ ГЕРБІЦИДІВ

Рецензент – доктор біологічних наук В. М. Зверковський

Висвітлено вплив гербіцидних препаратів на накопичення ТБК-активних продуктів, гідропероксидів ліпідів і активність супероксиддисмутази (СОД) та пероксидази (ПО) у насінні кукурудзи гібриду Оржиця 237МВ. У досягаючому насінні кукурудзи, обробленої гербіцидами, виявлено інтенсифікацію перебігу реакцій окиснення ліпідів різної сили та функціонування компонентів антиоксидантного захисту (СОД, ПО). Уповільнення накопичення продуктів пероксидації, відзначене у стиглому насінні, пов'язано з високою активністю супероксиддисмутази, стабільним функціонуванням каталази та пероксидази. Наведене вище дає змогу дійти висновку, що за дії гербіцидів у насінні рослин кукурудзи гібриду Оржиця 237МВ у процесі досягання підвищена здатність до належної активації досліджених ферментних захисних систем та їх функціонування на рівні, який забезпечив би відновлення і підтримку гомеостазу. Встановлено, що найменша негативна дія спричинена гербіцидами «Харнес», «Майстер» і «Аденго».

Ключові слова: кукурудза, гербіциди, ТБК-активні продукти, гідропероксиди ліпідів, супероксиддисмутаза, пероксидаза.

Постановка проблеми. Найефективнішим засобом боротьби з бур'янами є застосування гербіцидних препаратів. Однак часто дія хімікатів виявляє токсичний ефект на культурні рослини. Одним із результатів їх негативного впливу є активація процесів ліпопероксидації (ПОЛ), абсолютно неспецифічної реакції рослинних клітин на дію будь-яких чинників, зокрема антропогенного походження (гербіцидів) [10]. ПОЛ призводить до зміщення прооксидантно-антиоксидантної рівноваги, що має сигнальне значення і свідчить про зміну внутрішнього клітинного середовища [8]. Підтримка окисно-відновного гомеостазу рослинних організмів за дії чинників довкілля, в тому числі гербіцидів, забезпечується антиоксидантною системою захисту [3, 4, 11].

Тому програмою наших досліджень із метою виявлення реакції кукурудзи Оржиці 237МВ на гербіцидний вплив було передбачено визначення таких фізіолого-біохімічних показників насіння, як уміст ТБК-активних продуктів, гідроперокси-

дів ліпідів й активності СОД, пероксидази.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Гербіцидна обробка посівів кукурудзи посідає провідне місце серед методів контролю чисельності бур'янів у сучасному сільськогосподарському виробництві України [7]. Не дивлячись на тривале застосування гербіцидів, питання про екологічну безпеку та доцільність поширення такої практики наразі не має однозначної відповіді серед науковців. З одного боку, на 80 % посівних площ рівень засміченості орного шару сягає 1,14–1,47 млрд шт./га [7, 11]. Це призводить до зниження продуктивності культур унаслідок конкуренції, яку створюють бур'яни. З іншого боку, про недостатню ефективність хімічного контролю чисельності бур'янів свідчать дослідження, в яких на фоні внесення гербіцидів сумарна засміченість орного шару ґрунту насінними зачатками зростала в 1,5 раза, а засміченість насінням амброзії полинолистоті – в 2,4 рази [6].

Мета досліджень – з'ясувати вплив гербіцидів на окисно-відновну рівновагу досягаючого і стиглого зерна кукурудзи.

Завдання досліджень: за показниками прооксидантно-антиоксидантної рівноваги зерна кукурудзи вивчити особливості накопичення продуктів ліпопероксидації та функціонування ферментативних антиоксидантів за дії гербіцидів, які найчастіше використовуються під час вирощування цієї культури.

Матеріали і методи досліджень. Об'єкт дослідження – насіння кукурудзи *Zea mays* L. (середньоранній гібрид Оржиця 237МВ), зібране в агроценозах, оброблених гербіцидами у таких дозах: «Аденго» – 0,5 л/га; «Стелар» – 1,25 л/га; «Харнес» – 2,5 л/га; «Діален С» – 2,5 л/га; «Майстер» – 1,25 л/га; «Пропоніт» – 2 л/га. За контрольне вважали насіння кукурудзи, зібране на ділянках без гербіцидної обробки, з ручним виполованням бур'янів. Ґрунтовий покрив – звичайні середньосуглинкові чорноземи, з умістом гумусу 4–5 %. З усереднених зразків зерна 5-ти ділянок отримув-

вали екстракти, які центрифугували 20 хвилин за 16000 об./хв., після чого в супернатантах визначали показники з використанням фотоелектроколориметра КФК-2МП та мікробюретки.

У зерні визначали активність супероксиддисмутази за рівнем гальмування процесу відновлення нітросинього тетразолію в присутності НАДН і феназинметасульфату [9]. Активність пероксидази визначали за швидкістю реакції окиснення бензидину [1]. Концентрацію гідропероксидів ліпідів (ГПЛ) визначали за кольоровою реакцією з роданистим амонієм [5]. Уміст ТБК-активних продуктів визначали за загальноприйнятою методикою [2].

Статистичну обробку результатів, отриманих у триразовій повторності, здійснено за допомогою пакету Microsoft Statistica 6.0. Розбіжності між вибірками вважали значущими за $p \leq 0,05$.

Результати досліджень. Чутливим тестом на інтенсифікацію процесів окиснення, обумовлених дією гербіцидних препаратів, є виявлення вмісту ГПЛ. Вони є порівняно нестійкими сполуками, які легко піддаються гемолітичному розпаду по RO–OH зв'язку, в результаті чого утворюються різні кінцеві продукти ПОЛ, до яких відноситься, зокрема, малоновий діальдегід (ТБК-активні продукти) [6]. У наших дослідженнях вплив гербіцидів на інтенсивність накопичення гідропероксидів ліпідів у досягаючому зерні кукурудзи гібриду Оржиця 237МВ виявлено в умовах польового агроценозу. У фазу формування зерна кількість ГПЛ підвищена на 24–27 % за впливу сульфонілсечовини Майстер, хлорацетаніліду «Харнес» і трикомпонентного

досходового системного препарату «Аденго», на 38–40 % за дії двокомпонентного гербіциду «Стелар», системного «Пропоніт» і бакової суміші «Харнесу» з «Діаленом С». Суттєва різниця між дослідом і контролем зареєстрована в фазу молочної стиглості, коли в зерні активно протікають синтетичні процеси. У стиглому зерні вміст ГПЛ в більшості варіантів мав тенденцію до зниження.

Найчастіше ступінь ліпідної пероксидації в рослинах оцінюється за рівнем накопичення ТБК-активних продуктів. Посилене утворення ТБКАП є наслідком окиснення лінолевої та ліноленової кислот фосфоліпідів та галактоліпідів мембран. Ці сполуки здатні взаємодіяти із вільними аміногрупами білків, компонентами фосфоліпідів, ініціювати появу в мембранах етилену, що може призвести до змін властивостей як мембран, так і їх окремих компонентів, що позначиться на окисному-відновному гомеостазі організму [4]. У досягаючому зерні кукурудзи гібриду Оржиця 237МВ виявлено накопичення вмісту ТБКАП (рис. 1). У фазу формування насіння за дії усіх препаратів зафіксовано підвищений рівень даного продукту в середньому в 1,2–1,4 рази. Максимальна різниця між дослідом і контролем відзначена на стадії молочної стиглості. У фазу повної стиглості процеси окиснення носили затухаючий характер, що пов'язано зі втратою вологи під час переходу зерна до стану покою. Кореляційний аналіз показав тісну залежність між вмістом ТБКАП і кількістю ГП. Коефіцієнт кореляції в середньому становив $r=0,89–0,97$.

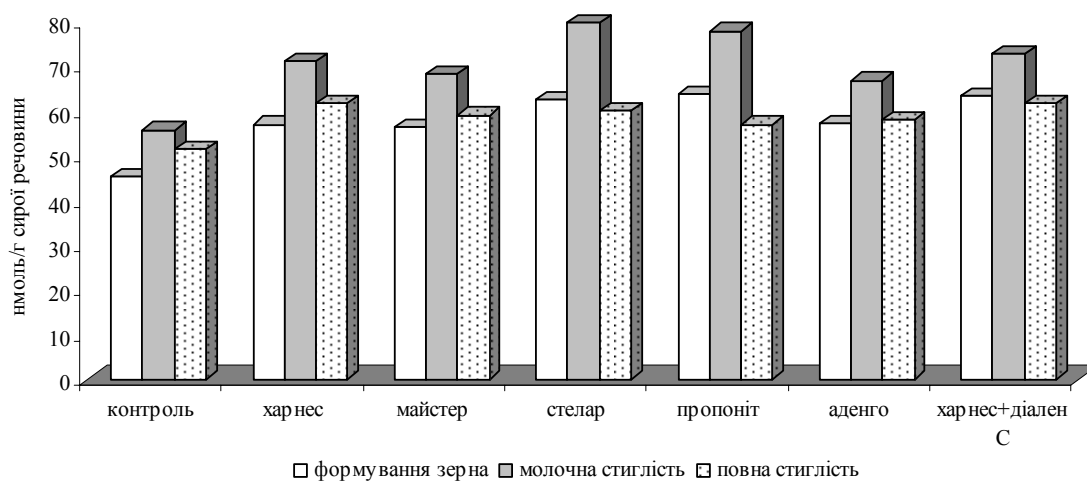


Рис. 1. Вплив гербіцидних препаратів на вміст ТБК-продуктів у зерні кукурудзи гібриду Оржиця 237МВ

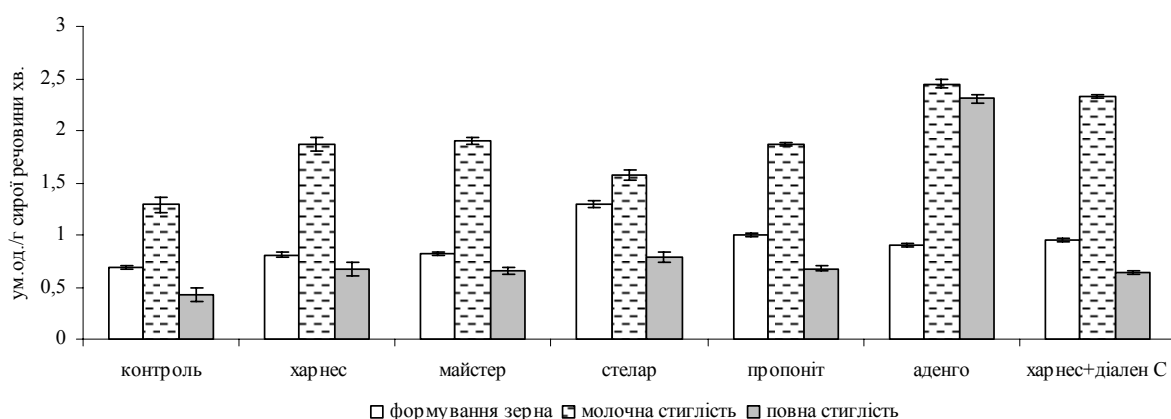


Рис. 2. Вплив гербіцидних препаратів на активність СОД у зерні кукурудзи гібриду Оржиця 237МВ

Підтримку процесів ПОЛ на певному рівні забезпечується ферментами антиоксидантного захисту [4]. У досягаючому зерні кукурудзи виявлено коливання динаміки активності СОД (рис. 2). У фазу формування насіння за дії препаратів «Харнес» і «Майстер» активність ферменту підвищена на 17–19 %, «Аденго» та «Харнес» + «Діален С» – на 31 і 38 %. У фазу молочної стиглості, коли в зернівці активно протікають синтетичні процеси і попередніми дослідженнями виявлено накопичення ТБКАП, реєстрували зростання активності СОД. Зниження активності ферменту відмічено у фазу повної стиглості, що ймовірно пов'язано із затуханням процесів окислення й обумовлені підготовкою насіння до глибокого покою.

Коефіцієнт кореляції між умістом ТБКАП та активністю СОД коливався в межах від +0,92 до +0,98, $p < 0,05$.

Слід зазначити, що при цьому достовірних змін активності ферменту – каталази, який зне-

шкоджує пероксид водню зафіксовано не було. Ймовірно в даному випадку цей ензим не бере участі у захисті тканин від оксидативного стресу, спричиненого дією гербіцидів. Згідно з отриманими результатами дану функцію виконує пероксидаза. Так, у фазу формування насіння за дії усіх препаратів зафіксовано підвищену активність ферменту. Найвища активність пероксидази (на 105 %) установлена у варіанті дії бакової суміші «Харнес» + «Діален С». У фазу молочної стиглості збільшення даного показника коливалося від 35 до 62 % вище контролю. Максимальні значення пероксидазної активності фіксували у варіанті дії «Аденго» і бакової суміші «Харнес» + «Діален С» (на 89 і 107 % відповідно). Зниження активності пероксидази відмічали у фазу повної стиглості (рис. 3). Коефіцієнт кореляції між умістом ТБКАП та активністю пероксидази коливався в межах від +0,85 до +0,89, $p < 0,05$.

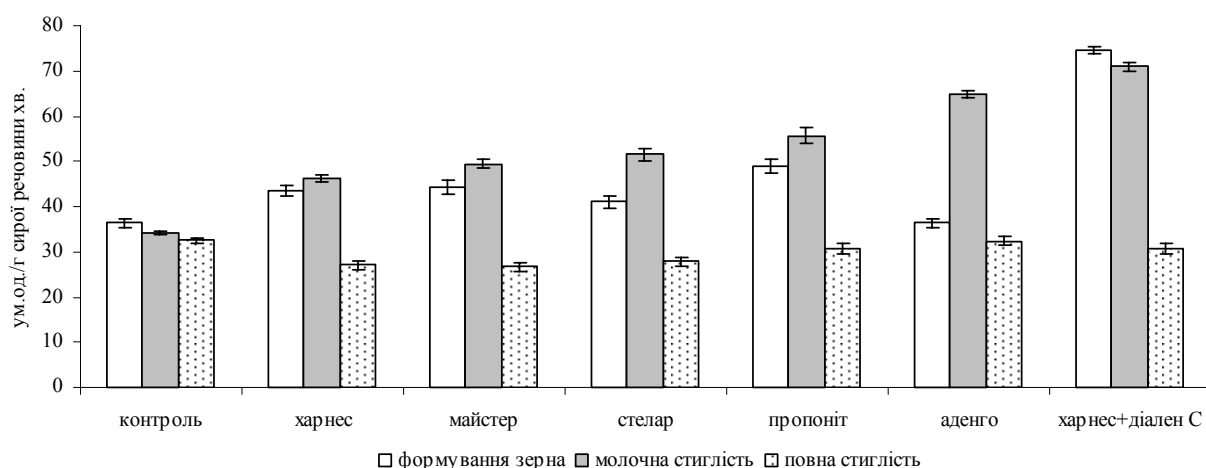


Рис. 3. Вплив гербіцидних препаратів на активність пероксидази у зерні кукурудзи гібриду Оржиця 237МВ

Висновок. У досягаючому насінні кукурудзи, обробленої гербіцидами, виявлено інтенсифікацію перебігу реакцій окиснення ліпідів та функціонування компонентів антиоксидантного захисту (активність СОД, пероксидази) різної сили залежно від виду препарату.

Уповільнення накопичення продуктів пероксидації, відзначене у стиглому насінні, пов'язано з високою активністю супероксиддисмутази,

стабільним функціонуванням каталази та пероксидази.

Наведене вище дає змогу дійти висновку, що у насінні кукурудзи гібриду Оржиця 237МВ за дії гербіцидів у процесі досягання підвищена здатність до належної активації досліджених ферментних захисних систем та їх функціонування на рівні, який забезпечує відновлення й підтримку гомеостазу.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Бояркин А. Н. Колориметрическое определение активности пероксидазы / А. Н. Бояркин // Биохимия. – 1961. – Т. 16, №2. – С. 252–254.
2. Спецпрактикум з фізіології та біохімії рослин / [Вінниченко О. М., Більчук В. С., Лихолат Ю. В., Россихіна-Галича Г. С., Шупранова Л. В.]. – Дніпропетровськ : ФОП Середняк Т. К., 2014. – 224 с.
3. Обработка гербицидом Гранстар вызывает окислительный стресс в листьях злаковых / [Гарькова А. Н., Русяева М. М., Нуштаева О. В. и др.] // Физиология растений. – 2011. – Т. 58, №6. – С. 930–943.
4. Клеточные механизмы адаптации растений к неблагоприятным воздействиям экологических факторов в естественных условиях / [Кордюм Е. Л., Сытник К. М., Бараненко В. В. и др.]. – К. : Наукова думка, 2003. – 270 с.
5. 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.
6. Зміни структури врожаю та якості зерна пшениці озимої за гербіцидної обробки / [Матюха В. Л., Хромих Н. О., Россихіна-Галича Г. С. та ін.] // Карантин та захист рослин. – 2012. – №12 (197). – С. 11–12.
7. Мордерер Е. Ю. Избирательная фитотоксичность гербицидов / Е. Ю. Мордерер. – К. : Логос, 2001. – 240 с.
8. Россихина-Галича Г. С. Активность ферментов антиоксидантной защиты растений кукурузы, произрастающих в условиях гербицидной обработки / Г. С. Россихина-Галича, Ю. В. Лихолат, О. М. Винниченко // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2014. – Т.10, №4. – С. 30–34.
9. Переслегина И. А. Активность антиоксидантных ферментов слюны здоровых детей / И. А. Переслегина // Лабораторное дело. – 1989. – №11. – С. 20–23.
10. Прооксидантна реакція рослин гібриду кукурудзи Кадр 267МВ на сумісну дію гербіцидів та ґрунтової посухи / [Россихіна Г. С., Винниченко О. М., Лихолат Ю. В. та ін.] // Науковий вісник Національного аграрного ун-ту. – 2008. – Вип. 125. – С. 21–28.
11. Jung S. Expression Level of Specific Isozymes of Maize Catalase Mutants Influences Other Antioxidants on Norflurazon-Induced Oxidative Stress / S. Jung // Pest. Biochem. Physiol. – 2003. – Vol. 75. – P. 9–17.