

УДК 581.1:577.1:633.15:632.954
© 2015

Г.С. РОССИХІНА-ГАЛИЧА,
молодший науковий співробітник,

Ю.В. ЛИХОЛАТ,
доктор біологічних наук,

Г.А. ЗАЙКО,
здобувач,

А.Ю. ЖЕЛЕЗНЯК,
аспірант

*НДІ біології Дніпропетровського
національного університету імені
Олеся Гончара—Дніпропетровський
національний університет
імені Олеся Гончара
E-mail: anna-rossihina@rambler.ru;
lykholat2006@ukr.net*

Досліджено реакцію-відповідь ключового ферменту антиоксидантного захисту листків і коренів проростків рослин кукурудзи гібридів Дніпровський 310МВ, Білозерський 295СВ, посухостійкої лінії ДК517 і непосухостійкої лінії ДК424 на комбіновану дію ґрунтових гербіцидів (Фронт'єр, Мерлін) і ґрунтову посуху. Встановлено, що адаптивна здатність більш стійких організмів до стрес-чинників реалізується завдяки підвищенню активності супероксиддисмутази.

Ключові слова: кукурудза, гербіциди, посуха, супероксиддисмутаза, антиоксидантна система, стрес-чинники.

Стан сільськогосподарських культур у промислових регіонах Придніпров'я значною мірою лімітується факторами зовнішнього середовища, які мають природне чи антропогенне походження. До численних стресових чинників, кожен із яких суттєво впливає на фізіолого-біохімічні процеси та відбувається на культурі, належать гербіциди і посуха [1–4]. Відомо, що одним із результатів негативного впливу екзогенних абіотичних факторів на рослинні організми є активація пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ), що призводить до порушення рівноваги в системі прооксиданти–антиоксиданти і супроводжується розвитком окисного стресу [5, 6]. Процес адаптації рослин до стресо-

вих умов існування включає активну участь компонентів ферментативної системи захисту: супероксиддисмутази (СОД), каталази та пероксидази, які відіграють важливу роль у захисних реакціях рослин [7, 8]. Антиоксиданти здатні зв'язувати вільні радикали, які діють у напрямі 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 [9]. У вирішенні питання адаптації культурних рослин до комбінованого впливу несприятливих умов і вироблення захисних механізмів проти гербіцидів і по-

сухи важливу роль відіграє вивчення стану антиоксидантної системи рослин кукурудзи у стресовий і післястресовий періоди.

Метою нашої роботи було вивчення динаміки активності СОД (ключового антиоксидантного ферменту) у листках і коренях рослин кукурудзи різних генотипів за послідовного впливу ґрунтових препаратів Фронт'єр, Мерлін та посухи.

Матеріали та методи досліджень. Для модельного експерименту в умовах ґрунтової посухи відбирали неушкоджене чисте насіння рослин кукурудзи посухостійкого ранньостиглого гібриду Білозерський 295СВ та менш стійкого до посухи гібриду Дніпровський 310МВ. Гібриди вирощували у вегетаційному будинку в пластикових посудинах об'ємом 1 л на чорноземі звичайному важкосуглинковому, малогумусному. Дослідження дії ґрунтових гербіцидів на рослинний організм проводили на прикладі Фронт'єру (діюча речовина – д.р. – диметенамід) та Мерліну (д.р. – ізоксафлютол), які вважають одними з найефективніших для контролювання бур'янів, особливо бур'янів-алергенів [10]. Гербіцидні препарати в концентраціях 1,79·10 моль/л (Фронт'єр), 0,12·10 моль/л (Мерлін) вносили у ґрунт одразу після висіву зерна. Концентрації гербіцидів максимально наближені до концентрацій, які використовуються у сільському господарстві. Вологість ґрунту в посудинах підтримували на рівні 60 % від повної вологості (ПВ) ваговим методом. Для дводобових проростків створювали модельну посуху припиненням поливу рослин – 30 % ПВ, що наставала на 4-ту добу дослідів. За такої вологості ґрунту дослідні рослини витримували 3, 7, 10 діб [11]. Контрольні рослини продовжували вирощувати за 60 % ПВ до закінчення експерименту. Матеріал для аналізів відбирали на 3, 7 та 10 доби дії посухи (30 % ПВ) та на 2-гу добу після відновлення поливу.

Активність супероксиддисмутази визначали за рівнем гальмування процесу відновлення нітросинього тетразолію (НСТ) у присутності НАДН і феназинметасульфату (ФМС) [12]. Реакційна суміш містила 1,2 мл 0,15 М Na-фосфатного буферу (рН 7,8); 0,1 мл 0,160 мМ ФМС; 0,3 мл 0,610 мМ НСТ; 0,3 мл супернатанту. Реакцію ініціювали

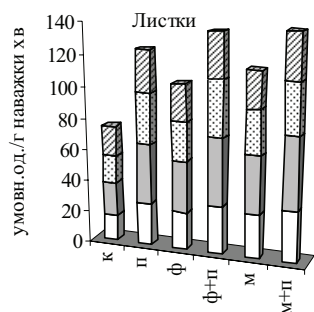
додаванням 0,2 мл 1 мМ НАДН і зупиняли 1 мл льодяної оцтової кислоти. Статистичну обробку одержаних цифрових даних здійснювали на 5%-вому рівні значущості за допомогою Microsoft Excel.

Результати досліджень та їх обговорення. Результати дослідження послідовної дії ґрунтових препаратів і посухи на активність ключового ферменту антиоксидантної системи – супероксиддисмутази – представлені на рис. 1–3. Установлено, що в умовах індивідуальної дії 30%-вої ґрунтової посухи активність СОД збільшена в листках і коренях проростків гібриду Дніпровський 310МВ порівняно з відповідними контролями в 1,8 і 1,6 раза. При накладанні зневоднення на гербіцидний вплив активність ферменту зростала в середньому в 2,0 та 1,8 раза відповідно в асиміляційних органах та кореневій системі (рисунк,А).

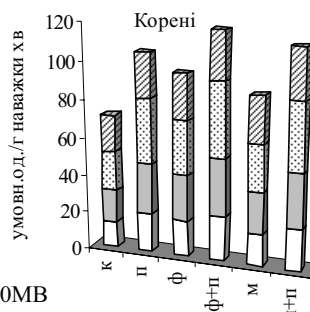
Через дві доби після поновлення поливу фіксували певне зниження активності супероксиддисмутази у вегетативних органах, але дослід перевищував контроль у 1,3 і 1,2 раза (варіант індивідуальної дії посухи) та в 1,5 і 1,3 раза (сумісна дія факторів).

Аналіз динаміки супероксиддисмутази активності проростків кукурудзи гібриду Білозерський 295СВ та посухостійкої лінії ДК517 дозволив виявити її збільшення за впливу як індивідуальної дії посухи (у 1,4 і 1,3 раза), так і при накладанні її на гербіцидний вплив у коренях в 1,3 раза відносно контролю, а в листках – в 1,4 й 1,6 раза (рисунк,Б). У період поновлення поливу цей параметр дослідних рослин наближався до значень контролю. Непосухостійка лінія ДК424 реагувала на досліджувані стресові чинники сильніше, ніж інші тест-об'єкти. Так, рівень активності супероксиддисмутази коренів і листків проростків за тривалої дії посухи суттєво зростав від контрольного рівня у 1,8 й 2,0 рази (рисунк,В). При накладанні впливу ґрунтової посухи на дію Фронт'єру реакція СОД більш виражена та її рівень перевищував контроль у 2,0 рази (надземна та підземна частини проростків).

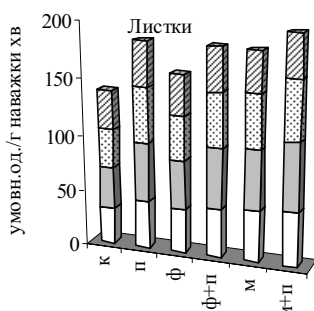
Аналогічну тенденцію впливу гербіцидних препаратів і посухи зафіксовано на тлі дії Мерліну. З поновленням поливу цей показник у варіантах окремої дії посухи та



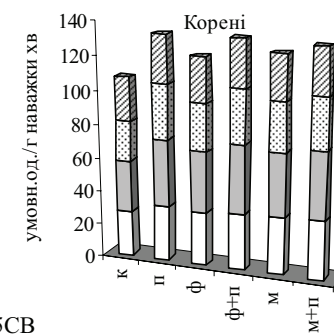
А



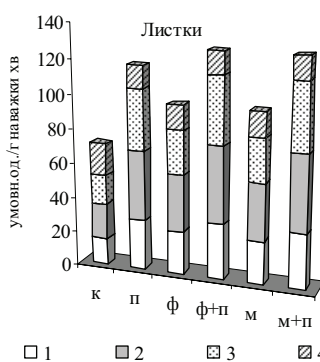
Дніпровський 310МВ



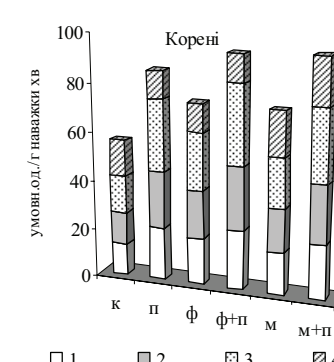
Б



Білозерський 295СВ



В



Лінія ДК 424

□ 1 ■ 2 ▨ 3 ▩ 4

□ 1 ■ 2 ▨ 3 ▩ 4

Вплив гербіцидних препаратів і посухи на активність СОД у вегетативних органах гібридів кукурудзи (тут і далі): 1, 2, 3 – 3-, 7-, 10-добова посуха; 4 – післястресорів, розбіжності між вибірками достовірні при $p < 0,05$

на тлі ксенобіотиків мав тенденцію до зниження й був достовірно зниженим відносно контролю.

Порівняння активності СОД різних генотипів кукурудзи показало, що представлені зразки різнилися за ферментативною активністю за впливу посухи та ґрунтових гербіцидів. У рослин гібриду Білозерський 295СВ, посухостійкої лінії ДК517 протягом

експерименту активність супероксиддисмутази була підвищена, а в післястресовий період наближалася до контрольного рівня. Чутливі рослини (Дніпровський 310МВ, непосухостійка лінія ДК424) в умовах посухи та за дії гербіцидів характеризувались істотним підвищенням активності СОД порівняно зі стійкими рослинами, що свідчить про напругу в антиоксидантній системі.

Бібліографія

1. *Гарькова А.Н.* Обработка гербицидом Гранстар вызывает окислительный стресс в листьях злаковых / *А.Н. Гарькова, М.М. Русяева, О.В. Нуштаева* [и др.] // Физиология растений. – 2011. – 58, № 6. – С. 930–943.
2. *Григорюк І.П.* Ріст пшениці і кукурудзи в умовах посухи та його регуляція. / *І.П. Григорюк, О.І. Жук.* – К.: Наук. світ, 2002. – 118 с.
3. *Россихіна Г.С.* Інтенсивність утворення прооксидантних компонентів в рослинах кукурудзи різної стійкості до дефіциту вологи та гербіцидів / *Г.С. Россихіна, О.М. Вінниченко, Ю.В. Лихолат* // Науковий вісник Ужгородського університету. – 2010. – Вип. 27. – С. 96–103. – (Серія: Біологія).
4. *Колупаев Ю.Е.* Формирование адаптивных реакций растений на действие абиотических стрессоров / *Ю.Е. Колупаев, Ю.В. Карпец.* – К.: Основа, 2010. – 352 с.
5. *Маменко Т.П.* Зміна активності антиоксидантних ферментів у листках сортів озимої пшениці за дії посухи та у після-стресовий період / *Т.П. Маменко, О.А. Ярошенко* // Физиология растений: проблемы та перспективи розвитку / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Укр. т-во фізіологів рослин. – К.: Логос, 2009. – Т. 2. – С. 327–334.
6. *Smirnoff N.* Plant resistance to environmental stress / *N. Smirnoff* // Current Opinion in Biotechnology. – 1998. – Vol. 9, № 2. – P. 214–219.
7. *Бараненко В.В.* Супероксиддисмутаза в клетках растений / *В.В. Бараненко* // Цитология. – 2006. – Т. 48, № 6. – С. 465–474.
8. Клеточные механизмы адаптации растений к неблагоприятным воздействиям экологических факторов в естественных условиях / [*Е.Л. Кордюм, К.М. Сытник, В.В. Бараненко* и др.] – К.: Наукова думка, 2003. – 270 с.
9. *Трач В.В.* Супероксиддисмутаза как компонент антиоксидантной системы при абиотических стрессовых воздействиях / *В.В. Трач, А.В. Стороженко* // Физиология и биохимия культурных растений. – 2007. – Т. 39, № 4. – С. 291–302.
10. *Матюха Л.А.* Слагаемые эффективной защиты посевов кукурузы от сорняков / *Л.А. Матюха* // Бюл. Ін-ту зернового господарства. – 2003. – № 20. – С. – 28–30.
11. *Шматько І.Г.* Біоелектрична реакція листків озимої пшениці на водний стрес різної напруженості / *І.Г. Шматько, А.П. Садовий, В.М. Федоров* [та ін.] // Физиология и биохимия культурных растений. – 1994. – Т. 26, № 5. – С. 494–501.
12. *Переслегина И.А.* Активность антиоксидантных ферментов слюны здоровых детей / *И.А. Переслегина* // Лабораторное дело. – 1989. – № 11. – С. 20–23.

Рецензент – доктор біологічних наук,
професор *Ю.І. Грицан*