

УДК 581.1 : 632.112

**ДИНАМІКА ПЕРОКСИДНОГО ОКИСНЕННЯ ЛІПІДІВ І АКТИВНОСТІ
АНТИОКСИДАНТНИХ ФЕРМЕНТІВ У РОСЛИНАХ ГІБРИДНОЇ
КУКУРУДЗИ ЗА ГЕРБІЦИДНОЇ ДІЇ****Г. Россихіна**

*Дніпропетровський національний університет
імені Олеся Гончара, НДІ біології
пр. Гагаріна, 72, Дніпропетровськ 49010, Україна
e-mail: anna-rossihina@rambler.ru*

Вивчена дія препаратів Харнес, Фронт'єр, Мерлін на прооксидантну-антиоксидантну рівновагу в проростках кукурудзи на ранніх етапах розвитку. Встановлено зміни в інтенсивності накопичення ТБК-активних продуктів і активності ліпоксигенази й оксидоредуктаз (супероксиддисмутаза, каталаза).

Ключові слова: кукурудза, ТБК-активні продукти, ліпоксигенази, супероксиддисмутаза, каталаза.

На даний момент важливою і невід'ємною частиною сучасного сільськогосподарського виробництва у боротьбі з бур'янами [13, 14] є гербіциди. Однак добре відомо, що ці сполуки являють собою одну із причин забруднення оточуючого середовища, а їх вплив і накопичення призводять до пригнічення росту саме культурних рослин та порушення в їхніх тканинах фізіологічних процесів [3, 4, 20, 21], тоді як бур'яни здатні адаптуватися до гербіцидів [22]. Згідно з [13], на відміну від бур'янів, сільськогосподарські рослини протягом онтогенезу не можуть самостійно виробити специфічні захисні механізми на дію цих препаратів, які є для них новим екологічним фактором. Тому гербіциди, що застосовуються при вирощуванні кожної окремої культури, є для неї ксенобіотиками і здатні спричиняти стрес. Культурні рослини пристосовуються до впливу ксенобіотиків, насамперед, за рахунок численних адаптаційних механізмів, які сформувались у процесі їхнього еволюційного розвитку. Чим більше механізмів адаптації використовує рослина одночасно на різних рівнях, тим стійкіший організм до дії окремих інгредієнтів [13, 20].

На цей час існує значна кількість досліджень із проблем адаптації рослин до гербіцидів, які висвітлюють структурні та метаболічні зміни, що відбуваються на різних рівнях фізіологічних процесів у рослинних організмах, але з'ясування їхніх механізмів потребує подальшого поглибленого вивчення [3, 4, 9, 13, 21]. При взаємодії рослин із гербіцидами можуть утворюватися різні форми активного кисню ($O_2^{\cdot-}$, HO^{\cdot} , H_2O_2), що призводить до інтенсифікації пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) – однієї зі швидких і неспецифічних реакцій клітин на дію будь-якого стресового чинника [6, 8, 12, 17]. Безпосередню участь у процесах пероксидації та детоксикації вільних радикалів беруть ферменти внутріклітинної передачі інформації – ліпоксигенази та супероксиддисмутаза і каталаза [1, 5, 7, 10, 12, 17]. Оскільки дослідження фізіолого-біохімічної реакції гібридної кукурудзи, яка вирощується в умовах Придніпров'я, на гербіцидну дію не проводилися, то мета нашої роботи полягає у з'ясуванні реакції рослинних організмів на вплив ґрунтових гербіцидів за зміною інтенсивності процесів пероксидного окиснення ліпідів і активності ліпоксигенази (ЛОГ), супероксиддисмутази (СОД) і каталази.

Тест-об'єкт – проростки кукурудзи (*Zea mays* L.) гібридів Кадр 267 МВ, Хмельницький 280 СВ, Білозерський 295 СВ. Їх насіння вирощували протягом двох діб у рулонах фільтрувального паперу, які були розташовані у воді. На третю добу проростки висаджували на розчини гербіцидів, концентрації яких максимально наближені до концентрацій, що використовуються у сільському господарстві: Харнес – $3,4 \cdot 10^{-2}$ моль/л, Фронт'єр – $1,99 \cdot 10^{-2}$ моль/л, Мерлін – $1,21 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Контролем слугували проростки, що містилися на воді. Визначення біохімічних показників проводили у листках та корінні проростків на 24, 72, 120-ту год гербіцидного впливу. Інтенсивність ПОЛ вивчали за накопиченням у тканинах продукту окиснення – малонового діальдегіду (МДА), згідно з [15], та виражали в нмолях/мг білку. Активність ліпоксигенази визначали за Н.А. Жеребцовим [7] і виражали в молях/мг білка. Активність СОД оцінювали за ступенем інгібування процесу відновлення нітротетразолію синього у системі феназинметасульфат – NADH^+ – нітротетразолій синій [16, 23]. Активність каталази визначали за кількістю розкладеного перекису водню під впливом ферменту шляхом титрування перманганатом калію [18]. Повторюваність кожного дослідження – 3 рази. Отримані дані оброблені статистично з визначенням достовірності різниць за критерієм Стьюдента ($P=0,05$) [19]. На рисунках представлені середні значення та їхні стандартні похибки.

Ліпоксигеназна активність залежала від терміну дії гербіцидів і гібриду. Активація ферменту відбувалась уже за 24-годинного впливу препаратів у корінні та листках гібриду Кадр 267 МВ порівняно з контролем у 2,6–1,9 разу за дії Харнеса, у 2,4–1,9 разу – Фронт'єра та 1,8–1,5 разу – Мерліна. Аналогічну реакцію ферменту зафіксовано у гібридів Хмельницький 280 СВ та Білозерський 295 СВ, але рівень ліпоксигеназної активності був дещо нижчий порівняно з Кадром і перевищував контрольний в 1,6–1,3 та 1,7–1,4 разу за впливу Харнеса, в 1,6–1,4 і 1,4–1,8 разу за впливу Фронт'єра та в 1,1–1,3 і 1,1–1,4 разу за дії Мерліна. Максимуму ензиматична активність набувала на 72-гу год стресової дії з подальшим незначним зниженням на 120-ту (рис. 1, 2, 3).

Відомо, що кінцевим продуктом розпаду перекисів поліненасичених жирних кислот є малоновий діальдегід [6]. Зміни вмісту МДА у відповідь на гербіцидний стрес, як і варіювання рівня активності ЛОГ, також залежали і від терміну стресу, і від гібриду. Результати визначення ТБК-активних продуктів, представлені на рис. 4, показали, що за дії ґрунтових препаратів рівень ПОЛ у надземній частині та коренях був вищий за контроль. Вплив Харнеса протягом 24 год викликав підвищення рівня ліпопероксидації в колеоптилях та корінні гібриду Кадр 267 МВ порівняно з контролем у 1,9–2,1 разу, Хмельницький 280 СВ – в 1,3–1,6 разу, Білозерський 295 СВ – в 1,5–1,7 разу. З часом стимуляція процесів пероксидації посилювалась і на 72-гу год гербіцидної дії показник

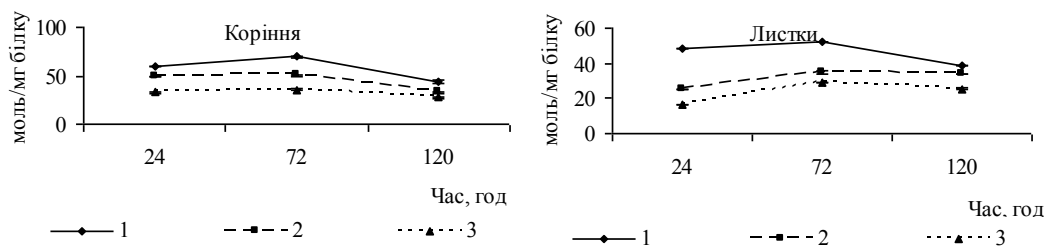


Рис. 1. Активність ліпоксигенази у проростках гібридної кукурудзи за впливу гербіциду Харнес: 1) Кадр 267 МВ, 2) Хмельницький 280 СВ, 3) Білозерський 295 СВ.

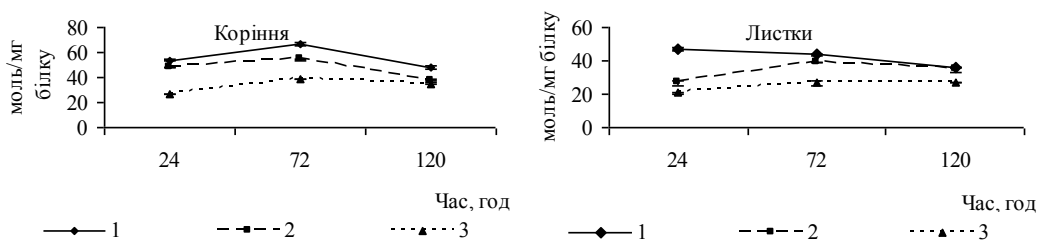


Рис. 2. Активність ліпоксигенази у проростках гібридної кукурудзи за впливу гербіциду Фронт'єр: 1) Кадр 267 МВ, 2) Хмельницький 280 СВ, 3) Білозерський 295 СВ.

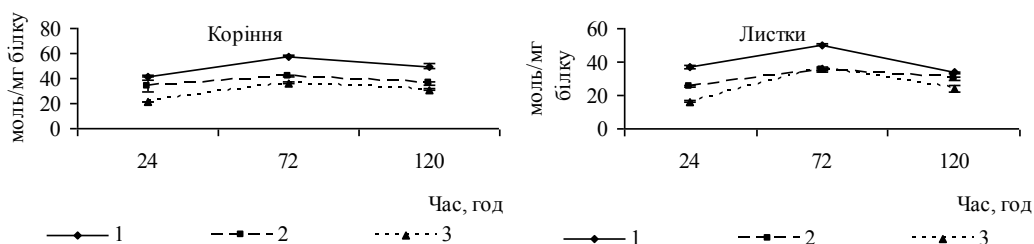


Рис. 3. Активність ліпоксигенази у проростках гібридної кукурудзи за впливу гербіциду Мерлін: 1) Кадр 267 МВ, 2) Хмельницький 280 СВ, 3) Білозерський 295 СВ.

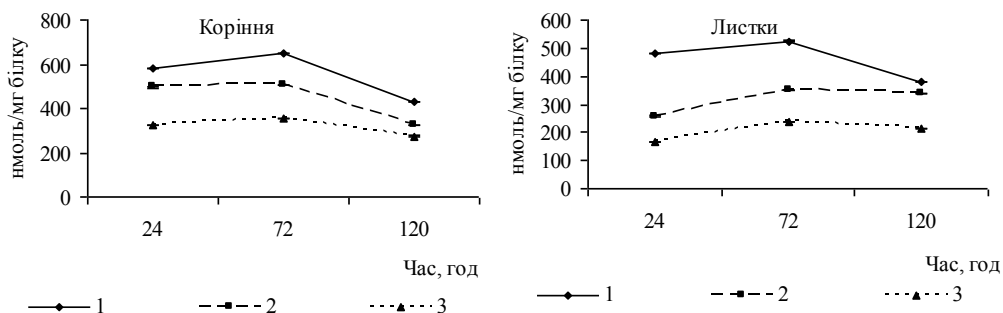


Рис. 4. Вміст малонового діальдегіду у проростках гібридної кукурудзи за впливу гербіциду Харнес: 1) Кадр 267 МВ, 2) Хмельницький 280 СВ, 3) Білозерський 295 СВ.

вмісту МДА дослідних зразків перевищував контроль відповідно в 1,7–1,9 разу у гібриду Кадр, в 1,2–1,4 разу у Хмельницького та в 1,0–1,4 разу у Білозерського. На 120-ту годину дії ксенобіотика відзначено деяке зниження інтенсифікації ПОЛ, але цей показник залишався вищим за контроль у 2,2–1,3 разу відповідно в листі та корінні рослин гібриду Кадр 267 МВ, в 1,3–1,2 разу – Хмельницький 280 СВ, в 1,0–1,2 разу – Білозерський 295 СВ.

Подібну тенденцію зафіксовано за дії іншого хлорорганічного гербіциду Фронт'єр і блокатора ферменту р-гідроксифенілпіруватдіоксигенази Мерліна (рис. 5, 6). Вміст малонового діальдегіду в корінні та листках дослідних варіантів перевищував контрольний за короткочасної обробки (24 год) відповідно в 2,1–1,6 разу та 1,5–1,2 разу (Кадр), в 1,5–1,3 та 1,6–1,5 разу (Хмельницький) та в 1,3–2,2 та 1,1–1,5 разу (Білозерський). Максимальне накопичення ТБК-активних сполук виявлено на 72-гу год

гербіцидної дії. При цьому рівень ПОЛ був збільшений порівняно з контролем в 1,9–1,4 та 1,6–1,3 разу; 1,5–1,1 й 1,2–1,2 разу та 1,5–1,2 і 1,4–1,6 разу відповідно в підземній та надземній частинах. При більш тривалій експозиції (120 год) рослин гібридної кукурудзи ступінь інтенсифікації ліпопероксидації знижувався, але залишався більшим за контроль в 1,5–2,1 та 1,5–1,8 разу в корінні та листках гібриду Кадр 267 МВ, в 1,3–1,2 та –1,2 разу – Хмельницький 280 СВ та в 1,7–1,2 та 1,5–1,4 разу Білозерський 295 СВ відповідно за дії Фронт'єра та Мерліна.

Встановлено, що зміни інтенсивності ліпопероксидації супроводжувалися перебудовами в системі антиоксидантного захисту. З'ясовано, що активність супероксиддисмутази (ензиму, який утилізує супероксидний аніон-радикал і завдяки цьому перешкоджає ініціюванню ПОЛ) в корінні та листках кукурудзи змінювалася залежно від гібрида та терміну дії ксенобіотиків. Так, за впливу хлорорганічного препарату Харнес активність ферменту була збільшена на 24, 72, 120-ту год гербіцидної дії у корінні та листках рослин гібрида Кадр 267 МВ в 1,6–1,2, 1,2–1,8, 1,5–1,4 разу відносно контролю; тоді як у гібридів: Хмельницький 280 СВ – в 3,1–2,7, 1,9–1,1, 2,0–1,3 разу, а в гібрида Білозерський 295 СВ – в 2–2,7, 1,1–1,1, 1,6–1,3 разу відповідно (рис. 7).

Аналогічна динаміка зміни активності СОД в органах рослин кукурудзи зареєстрована за дії Фронт'єра. Показано, що її показник суттєвіше виражено у більш стійких до гербіциду гібридів – в 2,1–2,2, 1,3–1,1, 2,0–1,7 разу вище контролю (Хмельницький) і в 2,3–2,2, 1,1–1,1, 1,7–1,6 разу (Білозерський) відповідно на 24, 72, 120-ту год стресово-

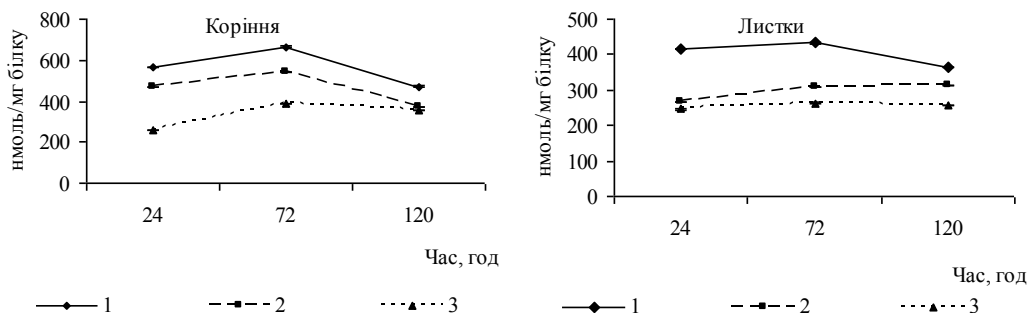


Рис. 5. Вміст малонового діальдегіду у проростках гібридної кукурудзи за впливу гербіциду Фронт'єр: 1) Кадр 267 МВ, 2) Хмельницький 280 СВ, 3) Білозерський 295 СВ.

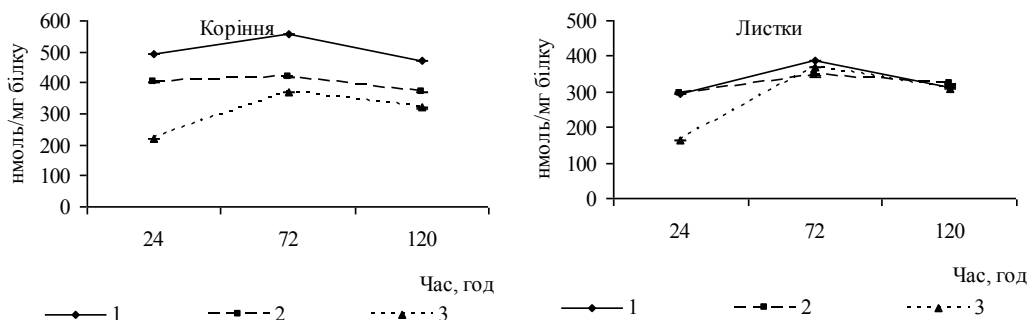


Рис. 6. Вміст малонового діальдегіду у проростках гібридної кукурудзи за впливу гербіциду Мерлін: 1) Кадр 267 МВ, 2) Хмельницький 280 СВ, 3) Білозерський 295 СВ.

го впливу ксенобіотика. У більш чутливого гібриду Кадр 267 МВ ферментативна активність перевищувала контроль в 1,6–1,1, 1,1–1,3, 1,9–1,3 разу (рис. 8).

За дії блокатора р-гідроксифенілпіруватдіоксигенази Мерліна хід кривих супероксиддисмутазиної активності відрізнявся від кривих за дії хлорацетанілідів. Як видно з рис. 9, активація детоксикації спостерігалася вже за 24-годинного стресу. При цьому ферментативна активність збільшена порівняно з контролем в 1,6–1,1 разу в корінні та колеоптилях рослин гібриду Кадр 267 МВ, в 1,3–1,3 та 1,1–1,3 разу відповідно в рослинах гібридів Хмельницький 280 СВ та Білозерський 295 СВ. Максимум супероксиддис-

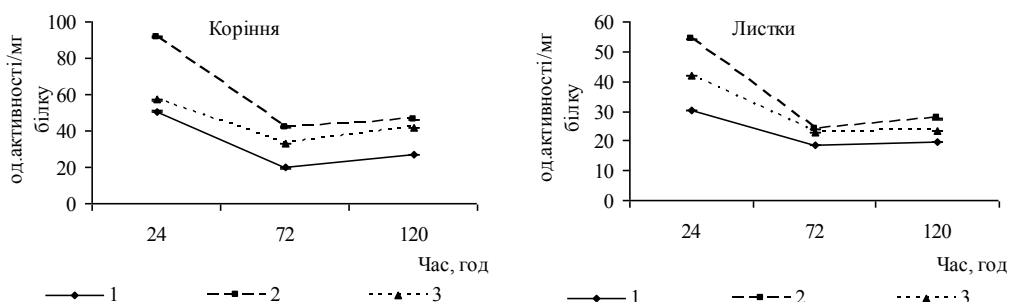


Рис. 7. Активність супероксиддисмутази у проростках гібридної кукурудзи за впливу гербіциду Харнес: 1) Кадр 267 МВ, 2) Хмельницький 280 СВ, 3) Білозерський 295 СВ.

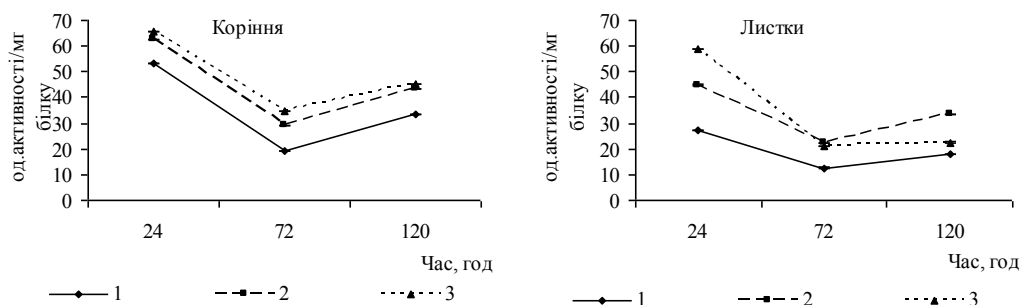


Рис. 8. Активність супероксиддисмутази у проростках гібридної кукурудзи за впливу гербіциду Фронт'єр: 1) Кадр 267 МВ, 2) Хмельницький 280 СВ, 3) Білозерський 295 СВ.

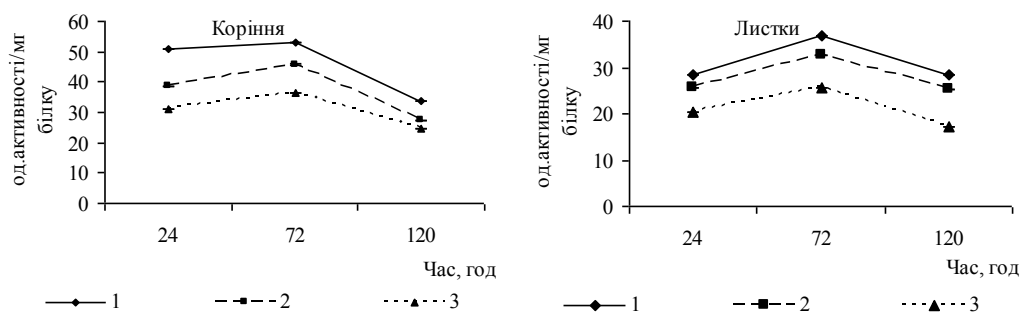


Рис. 9. Активність супероксиддисмутази у проростках гібридної кукурудзи за впливу гербіциду Мерлін: 1) Кадр 267 МВ, 2) Хмельницький 280 СВ, 3) Білозерський 295 СВ.

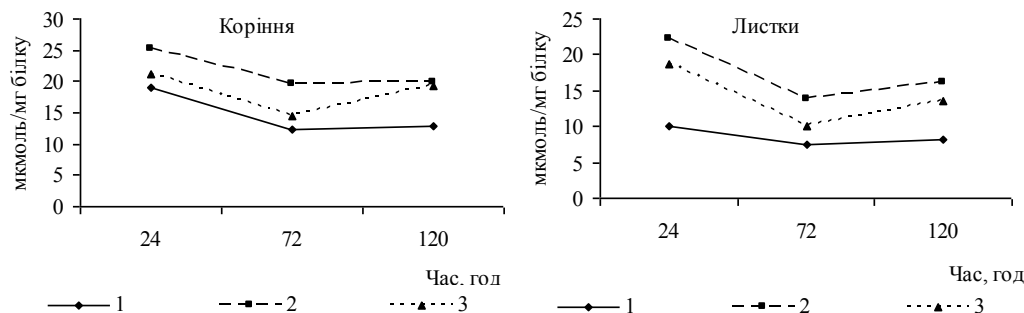


Рис. 10. Активність каталази в проростках гібридної кукурудзи за впливу гербіциду Харнес: 1) Кадр 267 МВ, 2) Хмельницький 280 СВ, 3) Білозерський 295 СВ.

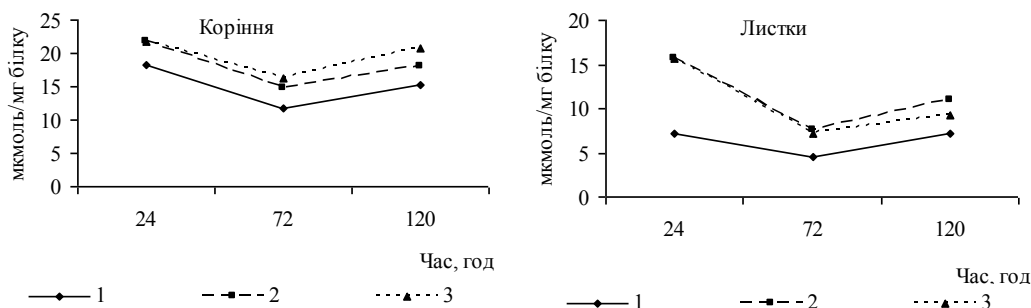


Рис. 11. Активність каталази у проростках гібридної кукурудзи за впливу гербіциду Фронт'єр: 1) Кадр 267 МВ, 2) Хмельницький 280 СВ, 3) Білозерський 295 СВ.

мутацної активності відзначено на 72-гу год гербіцидного впливу: її рівень перевищував контроль відповідно в 3,1–3,7 разу, в 2,1–1,6 разу та 1,2–1,6 разу. З часом (120-годинний стрес) активність ензиму дещо знижувалась, однак рівень СОД перевищував контроль в 1,9–2,1 разу в корінні та листках гібриду Кадр 267 МВ, в 1,1–1,2 разу – Хмельницький 280 СВ та в 1,3–1,2 разу – Білозерський 295 СВ.

Активність каталази (ферменту, який утилізує пероксид водню, що утворився в результаті активної дії СОД) у надземних і підземних органах рослин кукурудзи був достовірно збільшений порівняно з контролем. Хід кривих каталазної активності відповідав кривим супероксиддисмутацної активності. Так, за дії хлорорганічних препаратів Харнеса та Фронт'єра рівень ензимної активності за 24-добової дії був максимальний і збільшений відповідно в 2,2–1,8 та 1,6–1,7 разу у гібрида Кадр 267 МВ, в 3,1–2,5 та 2,2–2,1 разу у гібрида Хмельницький 280 СВ, в 2,1–2,2 та 1,8–2,2 разу у гібрида Білозерський 295 СВ. На 72-гу год стресового впливу відзначено деяке зниження ферментативної активності з подальшим її наростанням на 120-гу год (рис. 10, 11). При цьому у гібрида Кадр каталазна активність менш виражена, ніж у Хмельницького та Білозерського.

За дії Мерліна максимум каталазної активності, як і супероксиддисмутацної, зареєстровано на 72-гу год гербіцидного стресу з подальшим незначним зниженням на 120-ту.

Аналіз одержаних результатів свідчить про те, що гербіциди здатні стимулювати активацію ЛОГ і сприяти, таким чином, утворенню у тканинах рослин вільних радикалів. Встановлено, що у часі досліджувані процеси розвивались однаково. Активність

ферменту й концентрація МДА зростали на 72-гу год. За дії гербіцидів відбувалась активація ліпоксигенази, у результаті чого утворювалися в надлишку вільні радикали і, як наслідок, – інтенсифікувалися процеси ПОЛ. Уповільнення процесу пероксидного окислення та зниження активності ЛОГ на 120-ту год стресового впливу може вказувати на перехід рослинного організму до стадії резистентності за рахунок реалізації антиоксидантної відповіді, яка пов'язана з активацією захисних ферментативних систем (супероксиддисмутази та каталази) й зареєстрована нами у цьому дослідженні.

Збільшення активності СОД і каталази за дії гербіцидного стресу (що не викликає видимих пошкоджень) не є відображенням деструктивних катаболічних процесів, а, ймовірно, за все, має захисно-адаптаційне значення. Збільшення активності ензимів свідчить про адаптацію рослин кукурудзи до гербіцидної дії, оскільки для стримування високих рівнів пероксидації необхідно мати більш міцну антиоксидантну систему. У працях багатьох дослідників вказується, що вплив різних небажаних факторів (посуха, гіпоксія, температури високі й низькі та ін.) [2, 8, 11, 12] збільшує активність супероксиддисмутази та інших антиоксидантних ферментів у тканинах і клітинах рослин. Це свідчить про адаптацію останніх до тих чи інших умов. В. В. Бараненко у своїй роботі [2] вказує, що стійкі рослинні організми мають більш високі рівні або активності ферментів-антиоксидантів, тобто ефективнішу систему захисту. Автор також відзначає, що на цьому факті базуються роботи з отримання трансгенних рослин, які, маючи підвищений рівень антиоксидантів, у тому числі СОД і каталази, є більш стійкими до дії негативних впливів [24, 25].

При цьому гібрид Кадр 267 МВ виявився чутливим до дії ґрунтових гербіцидів порівняно з Хмельницьким 280 СВ і Білозерським 295 СВ, що обумовлено особливостями метаболізму та властивостями мембранних структур клітин досліджуваних рослин.

А зафіксована нами стимуляція активності ЛОГ, швидка пероксидація ліпідів і підвищення активності СОД і каталази можуть розглядатись як загальна відповідь рослин за дії гербіцидів Харнес, Фронт'єр і Мерлін.

1. *Бабенко Л. М., Мусатенко Л. І., Марченко О. В.* Ліпоксигеназна активність у зародкових осях проростаючого насіння квасолі // Доп. НАНУ. 2003. № 3. С. 170–173.
2. *Бараненко В. В.* Активність супероксиддисмутази в рослинах гороху за кліностагування // Наук. записки Терноп. пед. ун-ту. Сер. біол. 2002. № 1 (16). С. 38–42.
3. *Вінниченко О. М.* Захисні механізми рослин за дії гербіцидів // Наук. записки Терноп. пед. ун-ту. Сер. біол. 2002. № 3 (18). С. 90–92.
4. *Вінниченко О. М.* Метаболічна адаптація сільськогосподарських культур до дії гербіцидів // Укр. біохім. журн. 2002. Т. 74. № 46 (додаток 2). С. 118–119.
5. *Гречкин А. Н., Тарчевский И. А.* Липоксигеназная сигнальная система // Физиология растений. 1999. Т. 46. № 1. С. 132–142.
6. *Ершова А. Н., Хрипач В. А.* Влияние эпибрассинолида на процессы перекисного окисления липидов *Pisum sativum* в нормальных условиях и при кислородном стрессе // Физиология растений. 1996. Т. 43. № 6. С. 870–873.
7. *Жеребцов Н. А., Попова Т. Н., Зяблова Т. В.* Идентификация каталитически активных групп липоксигеназы зародышей семян пшеницы // Прикладная биохимия и микробиология. 2001. Т. 37. № 2. С. 164–169.
8. *Закржевский Д. А., Балахнина Т. И., Степневский В.* и др. 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.

9. *Заморуєва Л. Ф.* Дія гербіциду трофі на склад та метаболізм ліпідів у зерні кукурудзи // Наука і освіта 2003: Матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. Т. 2. Біологія. Д.: Наука і освіта, 2003. С. 16–17.
10. *Ильинская Л. И., Переходов Е. А., Паленко Г. И.* и др. Активность липоксигеназы в растениях с индуцированной устойчивостью // Физиология растений. 2000. Т. 47. № 4. С. 519–523.
11. *Калашников Ю. Е., Закржевский Д. А., Балахнина Т. И.* и др. Действие почвенной засухи и переувлажнения на активацию кислорода и систему защиты от окислительной деструкции в корнях ячменя // Физиология растений. 1992. Т. 39. № 2. С. 263–269.
12. *Курганова Л. Н., Веселов А. П., Гончарова Т. А.* и др. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная система защиты в хлоропластах гороха при тепловом шоке // Физиология растений. 1997. Т. 44. № 5. С. 725–730.
13. *Макаринський О. Ю.* Вплив гербіцидів базаграну, агрітоксу і пантери, внесених окремо та сумісно з емістимом С, на активність окисно-відновних ферментів у рослинах гороху // Наук. записки Терноп. пед. ун-ту. Сер. біол. 2002. № 3 (18). С. 112–115.
14. *Мордерер Е. Ю.* Избирательная фитотоксичность гербицидов. К.: Логос, 2001. 240 с.
15. *Мусієнко М. М., Паршиков Т. В., Славний П. С.* Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин. К.: Фотосоціоцентр, 2001. 200 с.
16. *Переслегина И. А.* Активность антиоксидантных ферментов слюны здоровых детей // Лабораторное дело. 1989. №11. С. 20–23.
17. *Платонова А. А., Костишин С. С.* Вміст малонового діальдегіду та активність антиоксидантних ферментів у проростках гороху за дії іонів кадмію // Физиология и биохимия культ. растений. 2000. Т. 32. №2. С. 146–150.
18. *Плешков Б. П.* Практикум по биохимии растений. М.: Колосс, 1968. 183 с.
19. *Рокицкий П. Ф.* Биологическая статистика. Минск: Высшая школа, 1973. 320 с.
20. *Федке К.* Биохимия и физиология действия гербицидов: Пер. с англ. Н.М. Жирмунской / Под ред. и предисл. Ю.А. Баскакова. М.: Агропромиздат, 1985. 223 с.
21. *Філонік І. О., Хромих Н. О., Садовська О. Ф., Суханова І. М.* Вплив залишкових кількостей гербіциду трофі в зерні кукурудзи на фізіолого-біохімічні процеси в паростках на ранніх етапах розвитку // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Сер. біол., екол. 2001. Т. 2. Вип. 9. С. 50–57.
22. *Хромых Н. А.* Эколого-физиологические аспекты гербицидной устойчивости амброзии полыннолистной // Сучасні проблеми фізіології та інтродукції рослин: Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. до 80-річчя професора Л.Г. Долгової. 2007. Дніпропетровськ: ДНУ, 2007. С. 135–136.
23. *Чевари С., Чаба И., Секей Й.* Роль супероксиддисмутазы в окислительных процессах клетки и метод определения ее в биологических материалах // Лабораторное дело. 1985. № 11. С. 678–681.
24. *Perl A., Perl-Treves R., Galili S.* et al. Enhanced oxidative stress defense in transgenic potato expressing tomato CuZn-superoxide dismutase // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1993. Vol. 85. P. 568–576.
25. *Sen Gupta F., Heinen J. L., Yoladay A. S.* et al. Increased resistance to oxidative stress in transgenic plants that overexpress chloroplastic Cu/Zn superoxide dismutase // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1993. Vol. 90. P. 1629–1633.

**DYNAMICS OF LIPID PEROXIDATION AND ANTIOXIDANT ENZYMES
ACTIVITY IN MAIZE HYBRIDS UNDER HERBICIDE ACTION****A. Rossihina**

*Oles Gonchar National University of Dnipropetrovsk, Biological Institute
72, Gagarin Ave., 49010, Dnipropetrovsk 49010, Ukraine
e-mail: anna-rossihina@rambler.ru*

Effekt of preparation Harnes, Frontier, Merlin upon the prooxidant-antioxidant balance in maize seedlings at early stages of germination has been investigated. The changes in TBA-active products accumulation and oxidoreductases (superoxidedismutase, catalase), lipoxygenase activities were determined.

Key words: maize, TBA-active products, lipoxygenase, superoxidedismutase, catalase.

**ДИНАМИКА ПЕРОКСИДНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ И АКТИВНОСТИ
АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ В РАСТЕНИЯХ ГИБРИДНОЙ
КУКУРУЗЫ ПРИ ГЕРБИЦИДНОМ ДЕЙСТВИИ****A. Россихина**

*Днепропетровский национальный университет
имени Олеса Гончара, НИИ биологии
пр. Гагарина, 72, Днепропетровск, 49010, Украина
e-mail: anna-rossihina@rambler.ru*

Изучено действие препаратов Харнес, Фронтьер, Мерлин на прооксидантно-антиоксидантное равновесие в проростках кукурузы на ранних этапах развития. Установлены изменения в интенсивности накопления ТБК-активных продуктов и активности липоксигеназы и оксидоредуктаз (супероксиддисмутаза, каталаза).

Ключевые слова: кукуруза, ТБК-активные продукты, липоксигеназы, супероксиддисмутаза, каталаза.

Стаття надійшла до редколегії 14.04.09

Прийнята до друку 27.05.09