

Ключевые слова: кукуруза, зерно, обработка почвы, технологии ухода, минеральные удобрения, загущение, энергетический коэффициент.

Annotation

Rev'tio O.Ya.

The energy efficiency of growing maize for grain with the applying of irrigation

The article presents the issues of energy efficiency in the cultivation of maize, depending on the basic soil tillage, treatment technology and standards of fertilizers. The main elements of the technology for reducing energy consumption while crop formation are determined.

Keywords: maize, grain, soil tillage, treatment technology, fertilizers, thickening, energy factor.

УДК 632.954+633.15

Г.С. РОССИХИНА-ГАЛИЧА, м.н.с.

Науково-дослідний інститут біології Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара,

e-mail: anna-rossihina@rambler.ru

О.М. ВІННИЧЕНКО, докт.біолог.наук, проф.

e-mail: lykholat2006@ukr.net

Ю.В. ЛИХОЛАТ, докт.біолог.наук, проф.

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара,

e-mail: lykholat2006@ukr.net

ІНТЕНСИВНІСТЬ ПРОЦЕСІВ ПЕРОКСИДНОГО ОКИСЛЕННЯ ЛІПІДІВ, ЯК ПОКАЗНИК СТРЕСОВОГО ВПЛИВУ ГЕРБІЦИДНИХ ПРЕПАРАТІВ НА РОСЛИНИ КУКУРУДЗИ

Наведено результати досліджень з визначення впливу ґрунтових гербіцидів (Харнес, Фронт'єр, Мерлін) на інтенсивність процесів пероксидного окислення ліпідів у вегетативних органах кукурудзи гібриду Кадр 267МВ. Встановлено, що представлені хімікати призводять до підвищення вмісту прооксидантних компонентів (дієнових і триєнових кон'югатів, ТБК-активних продуктів), які можна використовувати в якості маркерів дії гербіцидного стресу на культурні рослини.

Ключові слова: кукурудза, гербіциди, дієнові кон'югати, триєнові кон'югати, ТБК-активні продукти.

Вступ. Гербіциди – клас ксенобіотиків, які використовуються для управління ростом і відтворенням небажаної рослинності [4, 6, 8]. Проникаючи у рослини вони індукують різні реакції-відповіді, які призводять в основному до пошкодження і їх гибелі [8]. Згідно з Є.Ю. Мордерером [6] кожний з гербіцидів має свій механізм дії на смітні рослини не торкаючись при цьому культурних організмів. Але відомо, що хімікати пригнічують проростання насіння культурних рослин, уповільнюють ріст кореня і пагона [2], впливають на процеси дихання та фотосинтез, змінюють процентне співвідношення жирних кислот [6], змінюють структуру врожаю та якість зерна [4].

Біодеградація ксенобіотиків у рослинній клітині здійснюється в ендоплазматичному ретикулумі, в результаті чого можливе збільшене утворення супероксидного аніон радикалу, який є джерелом більш агресивних активних форм кисню (гідроксильного радикалу та пероксиду водню) [5]. Тому механізм дії різних класів гербіцидів (хлорацетамідів, сульфонілсечовин, похідних бензойної кислоти, інгібіторів транспорту електронів та ін.) пов'язаний із розвитком окисного стресу, який проявляється у інтенсифікації перекисного окислення ліпідів (ПОЛ), генерації супероксидного аніон-радикалу [6, 8]. Накопичення радикальних і молекулярних продуктів ПОЛ є сигналами для активації захисних систем, активаторами експресії генів і процесів, що призводять до підвищення стійкості рослин [3].

Метою досліджень було з'ясування інтенсивності процесів пероксидного окислення ліпідів вегетативних органів кукурудзи, як маркеру стресового впливу гербіцидних препара-

тів у польових умовах.

Матеріали та методика досліджень. Основними об'єктами польових досліджень були вегетативні органи кукурудзи (*Zea mays L.*) гібриду Кадр 267МВ, який вирощували на дослідних ділянках Інституту сільського господарства степової зони НААНУ (м. Дніпропетровськ) у 2004/2005 рр. за умов обробки препаратами ґрунтової дії. Як гербіцидну обробку використовували хлорацетанлідні гербіциди Харнес (2,5 л/га), Фронт'єр (1,5 л/га) та блокатору ферменту р-гідроксифенілпіруват діоксигенази Мерлін (0,13 кг/га). Контрольні рослини вирощували без гербіцидної обробки. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем звичайний малогумусний (вміст гумусу в орному шарі 3,8-4,2 %), реакція ґрунтового розчину нейтральна (рН=6,75-7,0). Препарати вносили за допомогою ранцевого обприскувача. Облікова площа ділянок – 10 м², повторність чотириразова.

Для оцінки розвитку окисного стресу використовували методи визначення первинних та вторинних продуктів ПОЛ. Дієнові й триєнові кон'югати визначали спектрофотометрично за методикою Л. Н. Курганової [9]. Інтенсивність утворення ТБК-активних продуктів спектрофотометричним методом за М. М. Мусієнко [7]. Статистичну обробку даних, отриманих у трьох аналітичних повтореннях, проведено за допомогою програми Microsoft Statistica 6.0, розбіжності між вибірками вважали достовірними при $p < 0,05$.

Результати досліджень. Як відомо [3], у біологічних мембранах окислення зазнають, головним чином, поліненасичені жирні кислоти і виявлення дієнової кон'югації може бути чутливим тестом на процес окислення. Делокалізація подвійних зв'язків у ході утворення дієнових кон'югатів робить їх термодинамічно стійкішими і легко визначаються по поглинанню в ультрафіолеті [3]. Установлено, що одним з найбільш чутливих прооксидантних компонентів до дії гербіцидних препаратів Харнес, Фронт'єр, Мерлін виявились дієнові кон'югати (ДК), кількість яких у коренях і листках кукурудзи у фазу сходів збільшена відносно необроблених рослин відповідно на 47–55 %, 33–55 %, 54–63 % (рис. 1). При переході рослин до фази 3-5 листків рівень кон'югатів у контрольних організмів зростав у 1,8 рази, а у тестових – удвічі порівняно з попередньою. При цьому вміст даного продукту у варіанті застосування Харнесу перевищував контрольні зразки на 70–72 %, Фронт'єру – на 50–72 % і Мерліну – на 65–81 %. Максимальний вміст ДК відмічено у вегетативних органах у фазу викидання волоті-цвітіння.

Збільшення вмісту дієнових кон'югатів за дії гербіцидів супроводжувалось одночасним накопиченням у клітинах триєнових кон'югатів.

Зареєстроване нами збільшення вмісту первинних продуктів ліпопероксидації ДК і ТК згідно А. Н. Єршова і В. А. Хріпач [3] може вказувати на інтенсифікацію процесів ПОЛ. Для перевірки цього ми визначали вміст вторинного продукту – ТБКАП, оскільки найчастіше ступінь ліпідної пероксидації в рослинах оцінюється за рівнем накопичення саме цих сполук.

Результати визначення вмісту ТБК-активних продуктів показали, що в коренях і особливо у листках кукурудзи, обробленої хімічними препаратами рівень

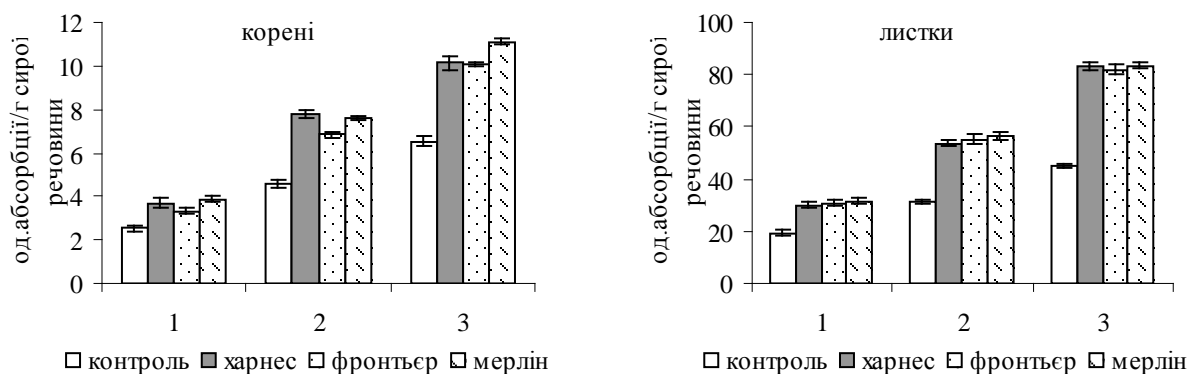


Рис. 1. Вміст дієнових кон'югатів у вегетативних органах кукурудзи за умов гербіцидної дії 1 – фаза сходів; 2 – фаза 3-5 листків; 3 – фаза викидання волоті-цвітіння. Похибка вибірки не перевищує 5 % від середніх значень.

процесів ПОЛ був вищим, ніж у контрольних рослин (рис. 2). Динаміка накопичення цього продукту перекисного окислення відповідала динаміці первинних продуктів. На етапі сходів рівень ТБКАП у рослин, які зазнали гербіцидного стресу перевищував контроль на 43–52 % (Харнес), на 35–51 % (Фронт'єр), на 41–53 % (Мерлін). У подальшому цей показник збільшувався відносно наступної фази в 1,6–1,4 рази у контрольних рослин та в 1,9–1,6 рази – у дослідних. Від стадії 3–5 листків до викидання волоті-цвітіння фіксували достовірне наростання концентрації вторинного продукту в середньому від 57 % до 64 % у коренях та від 67 % до 83 % у листках.

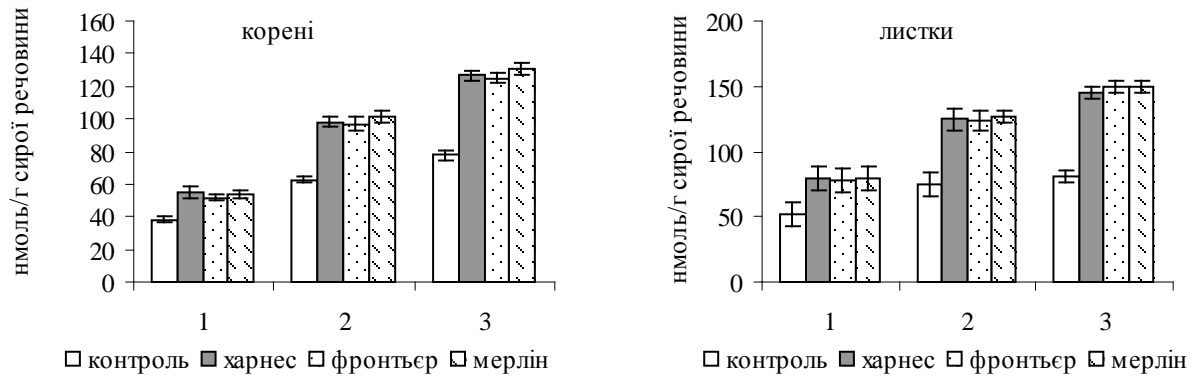


Рис. 2. Вміст ТБК-активних продуктів у вегетативних органах кукурудзи за умов гербіцидної дії

1 – фаза сходів; 2 – фаза 3–5 листків; 3 – фаза викидання волоті-цвітіння. Позначення ті ж, що й на рис. 1

Слід зазначити, що пероксидація досягала високого рівня в листках, ніж у коренях, що узгоджується з даними інших авторів [1] і пояснюється тим, що хлоропласти є тими органелами клітин, які суттєво впливають на розвиток ПОЛ, оскільки містять велику кількість ненасичених жирних кислот у мембранах тилакоїдів, а також є потужним джерелом продукції активних форм кисню. Аналогічне збільшення рівня ТБК-активних продуктів у рослин фіксували й інші дослідники при обробці їх гербіцидами [8, 10, 11].

Згідно кореляційного аналізу між вмістом ТБК-активних продуктів і накопиченням ГПЛ простежувався позитивний тісний корелятивний зв'язок. При цьому коефіцієнт кореляції складав відповідно $r = 0,88–0,83$, $r = 0,85–0,88$, $r = 0,89–0,96$ у коренях і $r = 0,93–0,95$, $r = 0,97–0,99$, $r = 0,89–0,91$ у листках ($p < 0,05$).

Висновки. Таким чином використання нами декількох методичних підходів для визначення ПОЛ на ранніх його стадіях (по утворенню дієнових кон'югатів і триєнових кон'югатів) та на більш пізніх етапах (по аналізу ТБКАП) показало, що гербіциди посилювали процеси пероксидації. Продукти ПОЛ приймали участь у передачі сигналів від первинних месенджерів, спрямованих на запуск каскаду реакцій, потрібних для пристосування і виживання тестових організмів в екстремальних умовах. Підтвердженням цього є результати по активності ферментів-детоксикаторів вільних радикалів, отримані нами раніше.

Отже, за дія гербіцидів у польових умовах у вегетативних органах тестових рослин кукурудзи відбувалась активація окисно-відновних процесів. При цьому накопичення прооксидантних компонентів мало сигнальне й адаптивне значення при перебудові метаболізму організмів до змінених умов існування.

Список використаних літературних джерел

1. Бараненко В. В. Інтенсивність перекисного окислення ліпідів в рослинах гороху при кліностагуванні / Бараненко В. В. // Український ботанічний журнал. – 2002. – Т. 59, № 2. – С. 212–217.
2. Вінниченко О. М. Вплив гербіцидної обробки на інтенсивність перекисного окислення ліпідів в зерні кукурудзи / Вінниченко О. М., Більчук В. С., Росихіна Г. С. // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2003. – № 20. – С. 30–31.

3. Ершова А. Н., Хрипач В. А. Влияние эпибрассинолида на процессы перекисного окисления липидов *Pisum sativum* в нормальных условиях и при кислородном стрессе / Ершова А. Н., Хрипач В. А. // Физиология растений. – 1996. – Т. 43, № 6. – С. 870–873.
4. Зміни структури врожаю та якості зерна озимої пшениці за гербіцидної обробки / [Матюха В. Л., Хромих Н. О., Россихіна-Галича Г. С., Лашко В. В.] // Карантин і захист рослин. – 2012. – № 12. – С. 11–12.
5. Макаринський О. Ю. Вплив гербіцидів базаграну, агрітоксу і пантери внесених окремо та сумісно з емістимом С, на активність окисно-відновних ферментів у рослинах гороху / Макаринський О. Ю. // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія. біологія. – 2002. – № 3 (18). – С. 112–115.
6. Мордерер Е. Ю. Избирательная фитотоксичность гербицидов / Мордерер Е. Ю. – Київ: Логос, 2001. – 240 с.
7. Мусієнко М. М. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин / Мусієнко М. М., Паршиков Т. В., Славний П. С. – К.: Фотосоціоцентр, 2001. – 200 с.
8. Обработка гербицидом Гранстар вызывает окислительный стресс в листьях злаковых / [Гарькова А. Н., Русяева М. М., Нуштаева О. В. и др.] // Физиология растений. – 2011. – 58, № 6. – С. 930–943.
9. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная система защиты в хлоропластах гороха при тепловом шоке / [Курганова Л. Н., Веселов А. П., Гончарова Т. А. и др.] // Физиология растений. – 1997. – Т. 44, № 5. – С. 725–730.
10. Tan W. Photosynthesis and growth responses of grapevine to acetochlor and fluoroglycofen / Tan W., Li Q., Zhai H. // Pesticide Biochemistry and Physiology. – 2012. – Vol. 103. – P. 210–218.
11. Treatment with the herbicide TOPIK induces oxidative stress in cereal leaves / [Lukatkin A. S., Gar'kova A. G., Bochkarjova A. S. et al.] // Pesticide Biochemistry and Physiology. – 2013. – Vol. 105. – P. 44–49.

Аннотація

Россихина-Галычая А.С., Винниченко А.Н., Лихолат Ю.В.

Интенсивность процессов пероксидного окисления липидов, как показатель стрессового влияния гербицидных препаратов на растения кукурузы

Приведены результаты исследований по определению влияния почвенных гербицидов (Харнес, Фронтьер, Мерлин) на интенсивность процессов перекисного окисления липидов в вегетативных органах кукурузы гибрида Кадр 267МВ. Установлено, что представленные химикаты приводят к повышению содержания прооксидантных компонентов (диеновых и триеновых конъюгатов, ТБК-активных продуктов), которые можно использовать в качестве маркеров действия гербицидного стресса на культурные растения.

Ключевые слова: кукуруза, гербициды, диеновые конъюгаты, триеновые конъюгаты, ТБК-активные продукты

Annotation

Rossikhina-Galychaya A., Vinnichenko A. Lykholat Y.

Intensity of lipid peroxidation, as an indicator of stress effects of herbicidal agents on corn plants

The results of studies to determine the effect of soil herbicides (Harnes, Frontier, Merlin) on the intensity of lipid peroxidation in the vegetative parts of corn hybrid Kadr 267MV. Found that the present chemicals lead to higher content of prooxidant components (diene and triene conjugates, TBA-active products) that can be used as markers of the herbicide stress on crop plants.

Keywords: *zea maize L., herbicides, diene conjugate,s triene conjugates, TBA-active products*