

УДК 581.1

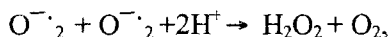
А. С. Россихина, А. Н. Винниченко
Днепропетровский национальный университет

УЧАСТИЕ СУПЕРОКСИДДИСМУТАЗЫ В АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ К ДЕЙСТВИЮ ГЕРБИЦИДОВ

Досліджували роль ферменту антиоксидантного захисту супероксиддисмутази (СОД) в зерні кукурудзи гібриду Кадр 267 МВ в умовах гербіцидного впливу. Використовували комбінації гербіциду діален С з препаратами харнес, примекстра голд, фронт'єр. Відмічено підвищення активності СОД, яке характеризується високою чутливістю до впливу ксенобіотиків. Отримані дані свідчать про роль ферменту в підтримці гомеостазу рослин у стресових умовах.

Antioxidative enzyme superoxide dismutase (SOD) role in maize grain was investigated under herbicide action. Combinations of Dialen C with Harness, Primextra Gold and Frontier were used. Increasing in SOD activity proved to be a highly sensitive reaction. Data obtained suggest an enzyme participation in homeostasis supporting in stress conditions.

Известно, что сорная растительность наносит вред посевам культурных растений, резко снижая урожай и ухудшая его качество. Кукуруза является очень чувствительной культурой к загрязнению посевов бурьянами и реагирует на них снижением продуктивности (урожай зеленой массы падает на 50–70%, зерна – на 25–50%) [2]. Таким образом, своевременный уход за посевами, применение химических средств для борьбы с сорняками имеет огромное значение для урожайности этой культуры. Однако наряду с положительным имеет место и отрицательный эффект действия гербицидов. Они относятся к числу опасных веществ антропогенного происхождения, поступающих в окружающую среду и культурные растения [3]. Из литературных источников известно, что большая часть гербицидов оказывает угнетающее действие на основные физиологические процессы растений: фотосинтез [11], дыхание и окислительное фосфорилирование [13]. Было замечено, что в ответ на действие атразина и 2,4-Д появляются хромосомные aberrации в ядрах клеток пыльцы сорго, наблюдаются факты анеуплоидии и другие изменения в генетическом аппарате клетки [5]. В ряде работ отмечено, что под действием гербицидов наблюдаются изменения в липидном и белково-нуклеиновом обменах [4; 9]. Под действием антропогенного пресса промышленного и сельскохозяйственного производств в растительном организме происходит ряд биохимических изменений, приводящих к повышению интенсивности свободнорадикальных процессов. В связи с чем у растений наблюдается повышение активности антиоксидантной защитной системы [8], основным ферментом которой является супероксиддисмутаза (СОД). Супероксиддисмутаза вместе с другими компонентами антиоксидантной системы позволяет клетке избежать тяжелых последствий токсического действия свободных радикалов – разрывов цепей ДНК, повреждения мембран клеток, инактивации ферментов. СОД присутствует в значительных количествах практически во всех клетках и катализирует реакцию дисмутации супероксидного радикала ($O_2^{\cdot -}$) до O_2 и H_2O_2 [14]:



регулируя тем самым внутриклеточную концентрацию свободных радикалов кислорода. СОД является единственным ферментом антиоксидантной системы в

клетках анаэробов, который участвует в непосредственном обрыве цепи свободно-радикальных реакций еще на стадии инициирования [12].

С учетом важности роли супероксиддисмутазы в механизме адаптации растений к различным видам стресса нами изучена активность СОД в зрелом зерне кукурузы под действием различных гербицидов.

Материалы и методы

Исследования проводились в условиях полевого опыта на базе стационара Института зернового хозяйства УААН (лаборатория борьбы с сорной растительностью). Объектом исследования явился гибрид кукурузы Кадр 267 МВ, выращенный в полевых условиях при применении следующих гербицидных композиций: харнес (2,5 л/га) + диален С (2,5 л/га); примэкстра голд (3,5 л/га) + диален С (2,5 л/га); фронтьер (1,5 л/га) + диален С (2,5 л/га). Контрольные растения выращивали без гербицидной обработки. Для анализа отбиралось зерно в фазе полной спелости. Почва опытных участков – чернозем, рН – нейтральное. Препараты вносили при помощи малогабаритного штангового опрыскивателя ОМ-4,2.

Активность СОД оценивали по степени ингибирования процесса восстановления нитротетразолия синего в системе феназинметасульфат – NADH^+ – нитротетразолий синий [15]. Активность выражали в опт.ед./мин.г.с.в. Полученные данные обработаны статистически. Сущность разницы между средними контроля и опыта оценивали с помощью t-критерия Стьюдента.

Результаты исследований

Результаты исследования активности СОД приведены в табл. 1 и наглядно представлены на рис. 1. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что изучаемые нами гербицидные композиции вызывают достоверное повышение активности фермента.

Таблица 1

Активность супероксиддисмутазы (отн.ед./мин.г.с.в.) в зерне кукурузы под влиянием гербицидов ($\bar{X} \pm m_x$)

Вариант опыта	$\bar{X} \pm m_x$	% от контроля
1 – контроль (без гербицидов)	6,27±0,041	100
2 – харнес + диален С	11,80±0,038	188,06
3 – примэкстра голд + диален С	10,58±0,066	168,65
4 – фронтьер + диален С	7,85±0,034	125,15

Активность СОД в контрольных образцах зерна, выращенного без применения гербицидов, составляет 6,27 отн.ед./мин.г.с.в. Применение хлорацетанилидного препарата фронтьер (1,5 л/га) в почву с последующей обработкой всходов комбинированным препаратом на основе 2,4-Д – диаленом С (2,5 л/га) – приводило к увеличению активности на 25% относительно контроля до значений 7,85 отн.ед./мин.г.с.в. Направленное внесение диалена С в количестве 2,5 л/га на фоне предпосевной обработки почвы комбинированным гербицидом на основе атразина – примэкстра голд (3,5 л/га) – вызывало повышение активности на 69%. Наивысшую активность СОД 11,8 отн.ед./мин.г.с.в. наблюдали в зерне кукурузы, выращенной на фоне применения предпосевного препарата харнес (2,5 л/га) с последующей обработкой посевов в фазу развития 3–5 листьев диаленом С (2,5 л/га).

Эти результаты согласуются с полученными ранее. Так, нами было отмечено [13], что в зерне растений, которые выращивались на фоне внесения предпосевного

препарата трофи, активность энзима достоверно повышена на 35–60% относительно контроля. Использование комплексного действия препарата трофи и послевсходового гербицида диалена С вызывало повышение активности СОД в 1,2–1,6 раза в сравнении с индивидуальной обработкой препаратом трофи. При этом анализ накопления малонового диальдегида свидетельствует о повышении интенсивности перекисного окисления липидов в 1,2–4,5 раза относительно контроля в зависимости от применяемых гербицидов.

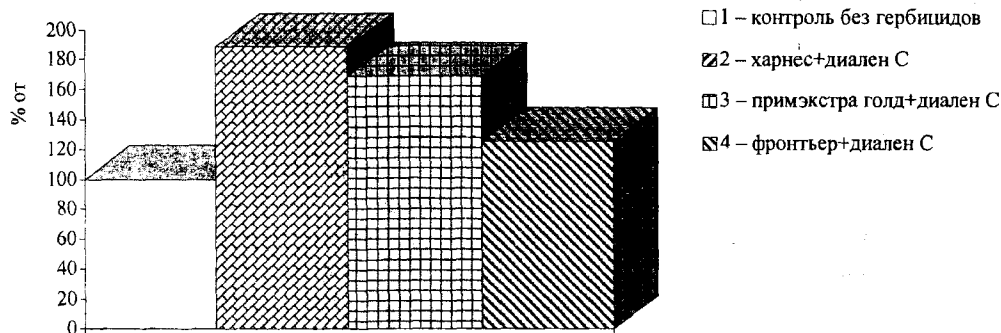


Рис. 1 Активность СОД в зерне

На основании полученных данных можно полагать, что увеличение активности супероксиддисмутазы при действии гербицидного стресса (не вызывающего видимых повреждений) не является отражением деструктивных катаболических процессов, а имеет, вероятно, защитно-адаптационное значение. Увеличение активности фермента свидетельствует об адаптации растений кукурузы к комплексной гербицидной обработке, так как для сдерживания высоких уровней перекисаации необходимо иметь более мощную антиоксидантную систему.

В работах многих исследователей указывается, что влияние различных неблагоприятных факторов (засуха, гипоксия, засоление, температура, клинотатирование и др.) [1; 6; 7; 10; 16] увеличивает активность СОД и других антиоксидантных ферментов в тканях и клетках растений. Это свидетельствует об адаптации последних к тем или иным условиям. Бараненко В. В. в своей работе [1] указывает, что устойчивые растительные организмы имеют более высокие уровни или активности ферментов антиоксидантов, т.е. более эффективную систему защиты. Автор также отмечает, что на этом факте базируются работы по получению трансгенных растений, которые, имея повышенные уровни антиоксидантов, в том числе и СОД, являются более устойчивыми к действию неблагоприятных воздействий [17; 18].

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что изучаемые нами гербицидные композиции повышают активность СОД. Применяемые препараты с разным механизмом действия в посевах кукурузы по-разному влияют на прохождение реакций обмена веществ. Это проявляется в активации фермента, что в свою очередь свидетельствует об адаптации растений кукурузы к гербицидному стрессу и устойчивости к действию комплексной обработки.

Бібліографічні посилання

1. Бараненко В. В. Активність супероксиддисмутазы в рослинах гороху за кліностатування // Терноп. пед. ун-т ім. Гнатюка В. Серія: Біологія. – 2002. – №1(16). – С. 38–42.

2. **Василюк Е. М.** Исследование влияния гербицидов на активность каталазы некоторых самоопыленных линий кукурузы в условиях вегетационного эксперимента // Вісник Дніпропетр. Ун-ту. Серія Біологія. Екологія. – 1997. – № 3. – С. 179–187.
3. **Винниченко А. Н.** Изменение белоксинтезирующей системы при адаптации растений к стрессовым воздействиям / А. Н. Винниченко, Н. П. Коцюбинская // Адаптация растений в антропогенных условиях (Сб. науч. тр.). – 1992. – С. 14–25.
4. **Глубока В. М.** Склад ліпідів та ліпідний обмін у зерні різних за стійкістю гібридів кукурудзи при проростанні під впливом гербициду харнеса / В. М. Глубока, Л. Ф. Заморуєва, І. О. Філонік, О. М. Вінниченко // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Серія Біологія. Екологія. – 2001. – Вип. 9, т. 1. – С. 33–38.
5. **Деева В. П.** О последствиях гербицидов – производных галоидфеноксикислот на культурные растения / В. П. Деева, Н. В. Санько // Физиология и биохимия культурных растений. – 1990. – Т. 22, № 6. – С. 523–531.
6. **Закржевский Д. А.** Окислительные и ростовые процессы в корнях и листьях высших растений при различной доступности кислорода в почве // Физиол. растений. – 1995. – Т. 42, № 2. – С. 272–280.
7. **Калашников Ю. Е.** Действие почвенной засухи и переувлажнения на активацию кислорода и систему защиты от окислительной деструкции в корнях ячменя / Ю. Е. Калашников, Д. А. Закржевский, Т. И. Балахнина и др. // Физиол. растений. – 1992. – Т. 39, № 2. – С. 263–269.
8. **Коцюбинская Н. П.** Ферменты и адаптация растений к условиям среды // Адаптация растений в антропогенных условиях (Сб. науч. тр.). – 1992. – С. 57–62.
9. **Крафтс А.** Химия и природа действия гербицидов. – М.: Наука, 1963.
10. **Курганова Л. Н.** Продукты перекисного окисления липидов как возможные посредники между воздействием повышенной температуры и развитием стресс-реакции у растений / Л. Н. Курганова, А. П. Веселов, Ю. В. Синицына, Е. А. Еликова // Физиол. растений. – 1998. – Т. 46, № 2. – С. 218–222.
11. **Пестициды и защита растений** // Грин М. Б., Хартли Г. С., Вест Т. Ф. / Под ред. Н. М. Голышина. – М.: Наука, 1979.
12. **Поберезкина Н. Б.** Биологическая роль супероксиддисмутазы / Н. Б. Поберезкина, Л. Ф. Осинская // Укр. биохим. журн. – 1989. – Т. 61, № 2. – С. 14–27.
13. **Россихіна Г. С.** Дослідження післядії гербицидної обробки на активність супероксиддисмутазы та інтенсивність перекисного окислення ліпідів у паростках кукурудзи / Г. С. Россихіна, В. С. Більчук, О. М. Вінниченко // Матеріали V міжнарод. науково-практич. конф. "Наука і освіта-2002". – Т. 6. Біологія. – Д.: Наука і освіта, 2002. – С. 42.
14. **Bannister J. V.** In: The Biology and chemistry of active oxygen / J. V. Bannister, G. Rotilio. – N.Y.: Amsterdam; Oxford: Elsevier, 1984. – P. 146–189.
15. **Fried R.** Enzymatic and non-enzymatic assay of superoxide dismutase // Biochem. – 1975. – Vol. 57, № 3. – P. 657–660.
16. **Hernandez J. A.** Response of antioxidant systems and leaf water relations to NaCl stress in pea plants / J. A. Hernandez, A. Campillo, A. Jimenes, J. J. Alarkon, F. Sevilla // Nev Phytologist. – 1999. – Vol. 141. – P. 241–251.
17. **Perl A.** Enhanced oxidative stress defense in transgenic potato expressing tomato CuZn-superoxide dismutase / A. Perl, R. Perl-Treves, S. Galili, D. Aviv, E. Shalgi, S. Malkin, E. Galun // Theor. Appl. Genet. – 1993. – Vol. 85. – P. 568–576.
18. **Sen Gupta A.** (1993) Increased resistance to oxidative stress in transgenic plants that overexpress chloroplast Cu/Zn superoxide dismutase / A. Sen Gupta, J. L. Heinen, A. S. Holaday, J. J. Burken, R. D. Allen. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1993. – Vol. 90. – P. 1629–1633.

Надійшла до редколегії 20.03.05