

ВМІСТ АНТИОКСИДАНТІВ ТА АНТИОКИСЛЮВАЛЬНА АКТИВНІСТЬ ЛИСТКОВОГО АПАРАТУ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДУ І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН

В.П.Карпенко

*Уманський національний університет садівництва
вул. Інститутська, 1, м. Умань, 20305, Україна
E-mail: v-biology@mail.ru*

На сьогоднішній день доведено, що за стресових умов у рослинному організмі активізуються різні сигнальні системи, функціонування яких пов'язане з утворенням вільних радикалів. Найуніверсальнішою реакцією рослин на дію стресів, у тому числі й на ксенобіотики, є продукування активних форм кисню (АФК) [1]. До АФК відносять синглетний кисень, пероксид водню, озон, супероксидний аніон-радикал, гідроксильний радикал та інші [2]. Накопичення АФК у рослинному організмі зумовлює розвиток оксидативного стресу, який має двохфазний характер: перша фаза – «окиснювальний вибух» – розвивається в перші 15–30 хв., друга фаза – «вторинний оксидний стрес» – розвивається через 2–3 год [3].

За дії гербіцидів утворення АФК пов'язане з активацією P_{450} – монооксигеназної системи, яка модифікує ксенобіотики. В ході цієї складної реакції частина електронів взаємодіє з киснем і утворює супероксидрадикал.

Одним із негативних наслідків дії АФК на клітини рослин є пероксидне окиснення ліпідів (ПОЛ), яке призводить до ушкодження мембран клітини та органоїдів. У дослідях із гербіцидами доведена негативна дія ПОЛ на рослинні організми [4].

Щодо впливу на процеси накопичення АФК та ПОЛ у рослинах екзогенних регуляторів росту рослин (РРР) в літературі зустрічається недостатньо повідомлень, однак, більшість із них засвідчують, що за використання РРР відбувається суттєве зниження інтенсивності процесів ліпопероксидації в рослинах. Вчені припускають, що фітогормони здатні взаємодіяти з біомембранами і впливати на перебіг вільнорадикальних реакцій ПОЛ. Зокрема, деякі синтетичні аналоги фітогормонів, а також АБК і цитокініни, можуть проявляти властивості антиоксидантів і здатні гальмувати ПОЛ [5].

На сьогодні доведено, що антиоксидантна система рослин функціонує завдяки наявності специфічних сполук та ферментів-антиоксидантів. До антиоксидантів відносять низькомолекулярні гідрофільні і ліпофільні органічні сполуки з відновлювальними властивостями: глутатіон (GSH), аскорбат, жиророзчинні вітаміни А, Е, убіхінон, біофлавоноїди та ін. [1]

Так, GSH приймає безпосередню участь в реакціях кон'югації з органічними ксенобіотиками, що каталізуються глутатіон-S-трансферазою. Тому, вміст GSH у рослинах може свідчити про направленість детоксикаційних процесів.

Аскорбінова кислота – чи не найпоширеніший метаболіт і ключовий антиоксидант у клітинах рослин. Як відновник, аскорбінова кислота приймає участь у функціонуванні антиоксидантних систем, що діють в хлоропластах, мітохондріях, пероксисомах, цитозолі і апопласті. Завдяки їй відбувається регенерація α -токоферолу [6].

У науковій літературі показано, що за дії стресів різної природи, в т.ч. гербіцидів, вміст аскорбінової кислоти в рослинах значно збільшується. З огляду на це, є підстави вважати, що збільшення вмісту аскорбінової кислоти пов'язане з нейтралізацією АФК та вільних радикалів, що утворюються при контакті АФК з мембранами [7]. Та, загалом, роль і стан низькомолекулярних антиоксидантів у рослинах за дії гербіцидів є мало вивченими. Тому в останній час увагу вчених все більше привертає питання вивчення механізмів

підвищення антиоксидантного захисту рослин. З цією метою пропонується застосовувати PPP та інші як синтетичні, так і природні сполуки. Однак, зважаючи на вищенаведені дані можна відмітити, що реакція антиоксидантних ферментних систем у рослинах на застосування різних видів гербіцидів і біологічних препаратів є більш вивченою розрізнено, у той же час питання сумісної дії препаратів на активність і стан антиоксидантних систем у рослинах ячменю є практично не вивченим.

З огляду на це, нами було проведено вивчення дії гербіциду класу сульфонілсечовин Гранстару 75, внесеного роздільно і в сумішах із PPP Емістимом С на вміст у листках ячменю ярого низькомолекулярних антиоксидантних сполук – GSH, аскорбату та загальну антиокислювальну активність тканин. Об'єктом досліджень слугували рослини ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.) сорту Звершення, які вирощували в лабораторних умовах із дотриманням вимог вегетаційного методу. Внесення препаратів виконували, починаючи від появи в рослин третього листка, за схемою: 1 – обробка водою (контроль); 2 – Емістим С 10 мл/га; 3 – Гранстар 75 10г/га; 4 – Гранстар 75 20г/га; 5 – Гранстар 75 25г/га; 6 – Гранстар 10 г/га + Емістим С; 7 – Гранстар 20 г/га + Емістим С; 8 – Гранстар 25 г/га + Емістим С. Повторність досліду – чотириохрзова.

У дослідях визначали: вміст у листках рослин глутатіону (GSH) [8], вміст аскорбату [9] та антиокислювальну активність тканин (АОА)[10].

Як показали результати проведених досліджень, гербіцид Гранстар та його суміші з Емістимом С суттєво впливають на вміст GSH і аскорбату в листках ячменю ярого. Зокрема, вміст GSH у листках ячменю ярого в варіантах досліду з сумісним застосуванням гербіциду і PPP значно зростає, що може бути пов'язано зі стимулюючим впливом PPP на синтез даного антиоксиданту та з меншою його витратою на ліквідацію АФК, у результаті послаблення в рослинах реакцій ПОЛ. Дещо меншим вміст GSH був у варіантах досліду, де гербіцид застосовували без PPP, що, очевидно, може свідчити про більш активну витрату антиоксиданту в реакціях, направлених як на детоксикацію ксенобіотика, так і в реакціях ліквідації АФК, які зумовлюють підвищений рівень ПОЛ у рослинах в цих варіантах досліду.

При визначенні вмісту аскорбінової кислоти за дії гербіциду Гранстар 75 встановлено, що із збільшенням норм використання препарату від 10 г/га до 25 г/га її кількість на третій день після внесення препаратів знижувалась і складала відповідно 130,2; 119,3; 114,1 і 108,8 мкг/г сирої маси при 122,4 мкг/г сирої маси в контролі. У варіантах досліду, де Гранстар 75 вносили в тих же нормах, але сумісно з Емістимом С вміст аскорбінової кислоти був вищим, однак, із наростанням норм препарату також знижувався і складав відповідно 141,2; 130,8; 128,8 і 115,3 мкг/г сирої маси при НІР₀₁ 2,75. Ймовірно, це є наслідком інтенсивного використання антиоксиданту в реакціях знешкодження вільних радикалів, на що вказують й інші науковці [8]. На десятий день вміст аскорбінової кислоти в листках ячменю ярого значно збільшувався і суттєво перевищував контрольний показник як у варіантах із самостійним внесенням Гранстару 75, так і в варіантах, де гербіцид вносили в комплексі з PPP Емістимом С. Водночас, більш високий вміст аскорбінової кислоти в варіантах досліду із сумісним внесенням Гранстару 75 і Емістиму С вказує на стабілізацію детоксикаційних процесів у рослинах та послаблення реакцій ПОЛ.

Важливим показником, що в значній мірі характеризує антиоксидантний статус рослин, є антиокислювальна активність тканин. Як показали результати досліджень з визначення АОА в тканинах листків ячменю ярого, з наростанням норм внесення Гранстару 75 показник АОА зменшується.

Так, за використання гербіциду Гранстару 75 в нормах 10; 15; 20 і 25 г/га АОА на третій день застосування препаратів складала відповідно 103; 108; 106 і 95% при 94 % у контролі, однак, за сумісного внесення цих же норм препарату з PPP Емістимом С АОА становила 110; 113; 108 і 100% відповідно.

На десятий день внесення препаратів АОА тканин листка зростала, але при цьому зберігалась закономірність: із наростанням норм внесення Гранстару 75 показник АОА зменшувався, хоч у порівнянні з контролем залишався високим; у варіантах досліду, де Гранстар 75 вносили сумісно з РРР Емістимом С АОА перевищувала аналогічні варіанти з внесенням гербіциду без РРР. Одержані дані показують, що АОА тканин листків ячменю залежить від рівня ПОЛ у рослинах та вмісту в листках антиоксидантів. Зокрема, як встановлено нашими дослідженнями з наростанням норм внесення гербіциду без РРР рівень ПОЛ у рослинах ячменю ярого значно підвищується, у той же час, за внесення гербіциду сумісно з РРР спостерігається послаблення процесів ПОЛ у рослинах та прослідковується зростання вмісту в листках антиоксидантних сполук (глутатіону й аскорбінової кислоти).

Таким чином, з вищенаведеного експериментального матеріалу можна зробити висновок, що за сумісного використання Гранстару і Емістиму С у листках ячменю ярого вміст низькомолекулярних антиоксидантів – глутатіону і аскорбату значно зростає, однак, при цьому прослідковується залежність їх вмісту від внесення в композиціях норм гербіциду: з наростанням норм гербіциду вміст в рослинах антиоксидантів дещо знижується, особливо – аскорбінової кислоти. Очевидно, це може свідчити про більш активну витрату даного антиоксиданту як в реакціях, направлених на детоксикацію ксенобіотика, так і в реакціях ліквідації АФК, які зумовлюють підвищений рівень ПОЛ у рослинах. Антиокислювальна активність тканин листків ячменю ярого залежить від рівня ПОЛ у рослинах та вмісту в листках антиоксидантів: підвищення рівня АОА тканин може свідчити про послаблення реакцій ПОЛ у рослинах.

Література:

1. Полесская О.Г. Растительная клетка и активные формы кислорода / О.Г. Полесская. – М. : КДУ, 2007. – 140 с.
2. Mittler R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance / R. Mittler // Trends Plant Sci. – 2002. – 7. – № 9. – P. 405 – 410.
3. Меерсон Ф.З. Общий механизм адаптации и роль в нем стресс-реакции, основные стадии процесса / Ф.З.Меерсон // Физиология адаптационного процесса. – М. : Наука. 1986. – С. 77 – 123.
4. Шевченко Н.В. Перекисное окисление мембранных липидов при действии на растения галоидфеноксикислот / Н.В.Шевченко, С.И.Погосян, М.Н.Мерзляк // Физиология растений. – 1980. – 27. – № 2. – С. 363 – 369.
5. Лукаткин А.С. Окислительный стресс как универсальное звено действия неблагоприятных факторов среды на растительный организм / А.С.Лукаткин // Современная физиология растений : от молекул до экосистем : мат. Межд. конф., 18 – 24 июня 2007 г. Сыктывкар. – Сыктывкар, 2007. – Ч.2. – С. 239 – 242.
6. Foyer C.H. Protection against oxygen radicals : an important defence mechanism studied in transgenic plants / C.H.Foyer, P.Descourvieres, R.J.Kunert // Plant Cell Environ. – 1994. – V. 17. – № 2. – P. 507 – 523.
7. Conklin P.L. Ascorbic acid, a familiar small molecule intertwined in the response of plants to ozone, pathogens and the onset of senescence / P.L.Conklin, C.Barth // Plant, Cell and Env. – 2004. – V. 27. – P. 959 – 970.
8. Гришко В.Н. Метод определения восстановленной формы глутатиона в вегетативных органах растений / В.Н.Гришко, Д.В.Сыщиков // Укр. біохім. журнал. – 2002. – Т. 74. – № 46. – С. 123 – 124.
9. Чупахина Г.Н. Физиологические и биохимические методы анализа растений / Чупахина Г.Н. – Калининград, 2000. – С. 7 – 9.
10. Рогожин В.В. Практикум по биологической химии / В.В.Рогожин. – СПб. : Издательство «Лань». – С. 136 – 138.