

АДАПТИВНІ МОДИФІКАЦІЇ АНТИОКСИДАНТНИХ ПРОЦЕСІВ У ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ, ІНДУКОВАНІ САЛІЦИЛОВОЮ КИСЛОТОЮ В УМОВАХ ПОСУХИ

Маменко Т.П.

Інститут фізіології рослин і генетики
Національної академії наук України

Досліджено вплив саліцилової кислоти на адаптивні зміни окиснювальних процесів, активність антиоксидантних ферментів а також вміст низькомолекулярних антиоксидантів в умовах посухи.

Ключові слова: окиснювальні процеси, антиоксидантні ферменти, низькомолекулярні антиоксиданти, саліцилова кислота, посуха.

Адаптація рослин до несприятливих чинників навколишнього середовища, в тім числі до посухи, пов'язана із змінами обміну речовин і структурними перебудовами рослинних клітин. Сигналом для запуску цього комплексу реакцій є стереотипна і біологічно важлива зміна внутрішнього середовища клітини, яка відбувається під впливом факторів стресу, зокрема, зміна рівня пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) у стані прооксидантно-антиоксидантної рівноваги у біологічних мембранах [1]. Водночас в організмі існує фізіологічно нормальний рівень вільнорадикальних процесів та ПОЛ, який необхідний для регулювання фазового стану ліпідів, проникності мембран та ряду біосинтетичних процесів. Такий стаціонарний стан визначається функціонуванням складної системи інгібіторів вільнорадикального окиснення. Підвищення інтенсивності окиснювальних процесів індують перебудови у захисній антиоксидантній системі, зокрема, зміни активності антиоксидантних ферментів і пулу низькомолекулярних антиоксидантів [2].

Саліцилова кислота (СК) – є одним із ключових регуляторів захисних реакцій рослин за дії стрес-факторів [3, 4].

Встановлено, що СК впливає на генерацію активних форм кисню (АФК), а також індукуює підвищення активності антиоксидантних ферментів, викликаючи внутрішньоклітинні зміни антиоксидантної системи у рослинному організмі [3]. Водночас досліджено, що СК може зв'язуватись з активним центром каталази та інгібувати активність ферменту, призводячи до підвищення рівня пероксиду водню (H_2O_2) у клітині [4]. Вважають [3, 4], що внутрішньоклітинні зміни метаболізму у рослинному організмі, викликані СК, мають важливе значення для адаптації рослин до подальших стресових навантажень. Отримані на сьогоднішній день дослідження щодо ефективності дії СК досить суперечливі і потребують подальшого ґрунтовного вивчення, зокрема, її участі у формуванні стрес-захисних реакцій рослин та їх адаптації до зовнішніх умов.

У зв'язку з цим метою нашої роботи було вивчити вплив СК на інтенсивність окиснювальних процесів, активність антиоксидантних ферментів, а також вміст низькомолекулярних антиоксидантів у озимої пшениці. З'ясувати її роль у формуванні адаптивних модифікацій антиоксидантних процесів у рослин за дії посухи.

Первинною неспецифічною відповіддю рослини на різні за природою стресові чинники є збільшення рівня АФК, які характеризують процеси окиснювальної деструкції мембранних структур клітини.

Встановлено, що за дії посухи вміст H_2O_2 зростає у листках сортів озимої пшениці з наростанням тривалості стресу, особливо у слабостійкого сорту

(рис. 1). Обробка рослин СК викликала суттєве зниження його вмісту на 5-ту добу дефіциту вологи у листках посухостійкого сорту і тільки на 9-ту добу у слабостійкого сорту, свідчить про зниження рівня окиснювальних процесів за дії СК.

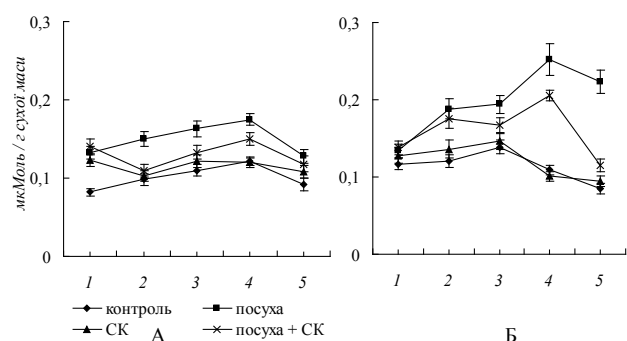


Рис. 1. Вміст пероксиду водню у листках озимої пшениці за дії посухи та саліцилової кислоти.

А – сорт Альбатрос одеський, Б – сорт Поліська 90. Фаза колосіння – цвітіння: 1, 2, 3, 4 – відповідно 1, 5, 9, 12-та доби дії посухи, 5 – 4-та доба поновлення поливу

Досліджено, що рівень вмісту малонового діальдегіду (МДА) у листках обох сортів озимої пшениці зростає з наростанням тривалості посухи і на 12-ту добу був значно вище контролю у листках слабостійкого сорту, у порівнянні із стійким (рис. 2). Це вказує на суттєвий розвиток процесів ліпопероксидації у рослин слабостійкого сорту, у порівнянні із посухостійким сортом. Обробка рослин СК індукувала зниження процесів ПОЛ за дії посухи, про що свідчить зниження вмісту МДА у листках обох сортів озимої пшениці.

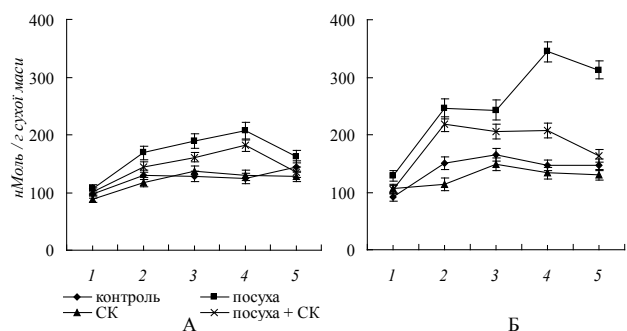


Рис. 2. Вміст МДА у листках озимої пшениці за дії посухи та саліцилової кислоти. Фаза колосіння – цвітіння.

А – сорт Альбатрос одеський, Б – сорт Поліська 90. Фаза колосіння – цвітіння: 1, 2, 3, 4 – відповідно 1, 5, 9, 12-та доби дії посухи, 5 – 4-та доба поновлення поливу

Після поновлення поливу вміст H_2O_2 , як і МДА не відновлювався до контрольного рівня у листках слабостійкого сорту озимої пшениці, тоді як у посухостійкого сорту і за обробки рослин СК досягав контролю.

Чисельні зміни, які відбуваються в рослині за дії стресорів і продуктів ліпопероксидації свідчать про перебудови метаболізму клітини та запуск інших механізмів захисту.

Виявлено, що сорти озимої пшениці відрізнялися за характером зміни активності супероксиддисмутази (СОД) у листках за дії посухи (рис. 3), стимуляція активності ферменту в листках обох сортів озимої пшениці спостерігалась на 9-добу дефіциту вологи. Однак на 12-ту добу активність СОД у листках посухостійкого сорту залишалась вище контролю, а у слабостійкого сорту – навпаки знижувалась.

Показано, що обробка рослин СК викликала суттєве підвищення активності СОД у листках посухостійкого сорту озимої пшениці вже на 5-ту добу посухи і незначне зростання активності ферменту у листках слабостійкого сорту. Однак, за жорсткої посухи на 12-ту добу активність СОД у листках оброблених рослин обох сортів наближувалась до рівня контрольних рослин.

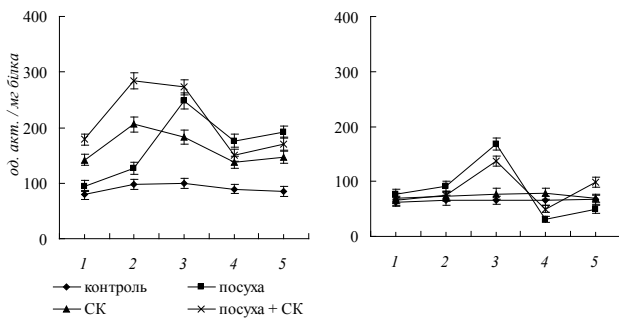


Рис. 3. Активність супероксиддисмутази у листках озимої пшениці за дії посухи та саліцилової кислоти. А – сорт Альбатрос одеський, Б – сорт Поліська 90. Фаза колосіння – цвітіння: 1, 2, 3, 4 – відповідно 1, 5, 9, 12-та доби дії посухи, 5 – 4-та доба поновлення

Досліджено, що активність аскорбатпероксидази (АПО) у листках обох сортів озимої пшениці зростала вже на 1-шу добу дії стресу. Зафіксовано, що у посухостійкого сорту відбувалась стимуляція її активності, як і у випадку із СОД, на 9-ту добу дефіциту вологи з наступним зниженням до рівня контролю на 12-ту добу. Водночас у слабостійкого сорту активність ферменту знижувалась з наростанням водного стресу і за екстремальних умов поливу була значно нижче рівня контрольних рослин (рис. 4).

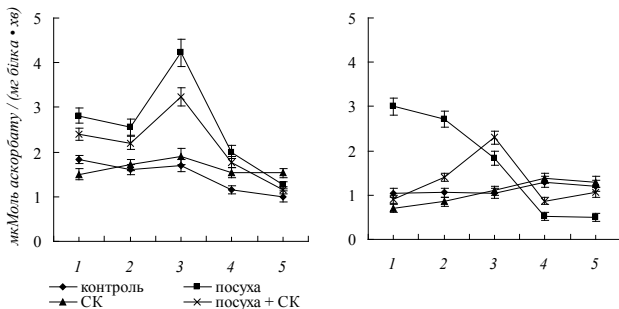


Рис. 4. Активність аскорбатпероксидази у листках озимої пшениці за дії посухи та саліцилової кислоти. А – сорт Альбатрос одеський, Б – сорт Поліська 90. Фаза колосіння – цвітіння: 1, 2, 3, 4 – відповідно 1, 5, 9, 12-та доби дії посухи, 5 – 4-та доба поновлення

За обробки рослин СК тенденція зміни активності АПО у листках посухостійкого сорту була подібною до необроблених рослин варіанту «посуха», однак рівень активності ферменту був значно нижчий. У оброблених рослин слабостійкого сорту активність АПО поступово зростала з наростанням дефіциту вологи у ґрунті на 9-ту добу і незначно знижувалась від контролю на 12-ту добу.

Нами зафіксовано аналогічну до активності АПО тенденцію зміни активності гваяколпероксидази (ГПО) у листках сортів озимої пшениці за дії посухи та СК.

Ґрунтова посуха протягом 12-ти діб індукувала зростання активності КАТ у листках посухостійкого сорту і суттєве зниження від контролю активності ферменту у листках слабостійкого сорту (рис. 5).

Обробка рослин СК індукувала зростання активності КАТ у листках обох сортів озимої пшениці на початку дії водного стресу і наближувала активність ферменту до контролю за тривалого зневоднення.

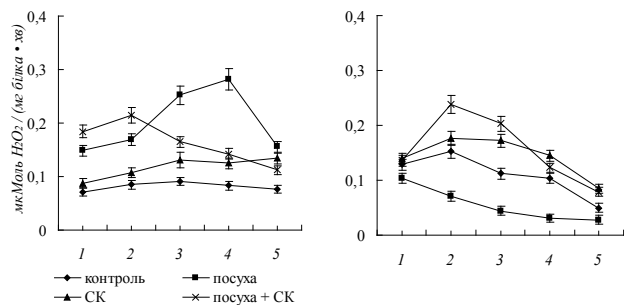


Рис. 5. Активність каталази у листках озимої пшениці за дії посухи та саліцилової кислоти. А – сорт Альбатрос одеський, Б – сорт Поліська 90. Фаза колосіння – цвітіння: 1, 2, 3, 4 – відповідно 1, 5, 9, 12-та доби дії посухи, 5 – 4-та доба поновлення

Після поновлення поливу активність антиоксидантних ферментів майже не відновлювалась до контрольного рівня у листках слабостійкого сорту озимої пшениці і наближувалась до рівня контролю у листках посухостійкого сорту та за обробки СК.

Отже сорти озимої пшениці відрізнялися за характером змін і часовим інтервалом активності антиоксидантних ферментів у листках, СОД, АПО і КАТ, що обумовлено генетично детермінованою посухостійкістю сорту. Обробка рослин СК за дії посухи індукувала зміни активності ферментів і наближення їх активності до рівня контролю, що свідчить про внутріклітинні зміни метаболізму рослин.

Виявлено, що контрасти за посухостійкістю сорти озимої пшениці відрізняються нормою реакції щодо змін вмісту низькомолекулярних антиоксидантів (аскорбату, глутатіону, каротиноїдів) у листках за умов посухи. Зафіксовано, що впродовж дії посухи вміст аскорбату суттєвіше зростає в

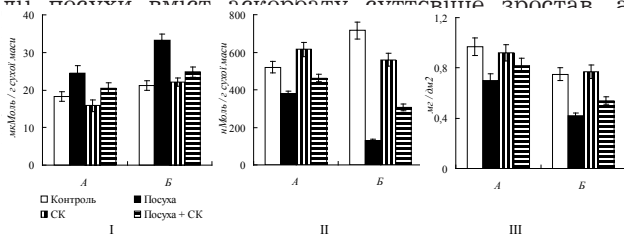


Рис. 6. Вплив 12-ти добової посухи та саліцилової кислоти на зміни вмісту аскорбату (I), глутатіону (II) і каротиноїдів (III) у листках озимої пшениці. А – сорт Альбатрос одеський, Б – сорт Поліська 90

Обробка рослин СК за умов посухи індукувала наближення вмісту низькомолекулярних антиоксидантів до рівня контролю у листках обох сортів озимої пшениці, що свідчить про стабілізацію антиоксидантних процесів у листках за дії СК.

Після поновлення поливу рослин вміст низькомолекулярних антиоксидантів швидше відновлювався до рівня контрольних рослин у рослин озимої пшениці посухостійкого сорту і за обробки СК у обох сортів, порівняно із необробленими рослинами слабостійкого сорту.

Таким чином, обробка озимої пшениці СК при-

зводить до адаптаційних зміни активності антиоксидантних ферментів у листках, індукує наближення пулу низькомолекулярних антиоксидантів до рівня контрольних рослин, що свідчить про розвиток стрес-захисних реакцій і зниження окиснювальних процесів в умовах посухи.

Отримані результати вказують на фізіологічну ефективність дії СК на озиму пшеницю і доцільність проведення подальших досліджень з метою використання даної речовини для підвищення адаптивного потенціалу рослин у реалізації потенційної продуктивності за умов посухи.

Список літератури:

1. Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток растений. М.: Наука, 2002. – 294 с.
2. Турпаев К.Т. Активные формы кислорода и регуляция экспрессии генов // Биохимия. – 2002. – 67, № 3. – 281-292 с.
3. Agarwal S., Sairam R., Srivastava G., Meena R. Changes in antioxidant enzymes activity and oxidative stress by abscisic acid and salicylic acid in wheat genotypes // Biologia Plantarum. – 2005. – 49, № 4. – P. 541-550.
4. Kawano T., Furuichi T., Muto S. Controlled salicylic acid levels and corresponding signaling mechanisms in plants // Plant Biotechnology. – 2004. – 21, № 5. – P. 319-335.

Маменко Т.П.

Институт физиологии растений и генетики
Национальной академии наук Украины

АДАПТИВНЫЕ МОДИФИКАЦИИ АНТИОКСИДАНТНЫХ ПРОЦЕССОВ У ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ, ИНДУЦИРОВАННЫЕ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТОЙ В УСЛОВИЯХ ЗАСУХИ

Аннотация

Исследовано влияние салициловой кислот на адаптивные изменения окислительных процессов, активность антиоксидантных ферментов а также содержание низкомолекулярных антиоксидантов в условиях засухи.

Ключевые слова: окислительные процессы, антиоксидантные ферменты, низкомолекулярные антиоксиданты, салициловая кислота, засуха.

Mamenko T.P.

Institute of Plant Physiology and Genetics
National Academy of Science of Ukraine

ADAPTIVE MODIFICATION OF ANTIOXIDANT PROCESSES IN WINTER WHEAT, INDUCED BY SALICYLIC ACID IN DROUGHT CONDITIONS

Summary

The effect of salicylic acid on oxidative processes of adaptive change, the activity of antioxidant enzymes and the content of low molecular weight antioxidants in drought conditions.

Keywords: oxidative processes, antioxidant enzymes, low molecular weight antioxidants, salicylic acid, drought.