

ФОТОХІМІЧНА АКТИВНІСТЬ ХЛОРОПЛАСТІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДУ КЛАСУ СУЛЬФОНІЛСЕЧОВИН ГРАНСТАР 75 І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН ЕМІСТИМ С

Наведено результати досліджень з вивчення дії різних норм гербіциду класу сульфонілсечовин Гранстар 75, внесенного роздільно і в бакових сумішах з регулятором росту рослин Емістим С, на фотохімічну активність хлоропластів ячменю ярого.

Ключові слова: гербіцид, регулятор росту, фотохімічна активність хлоропластів, ячмінь ярий.

Відомо, що основним джерелом пластичних речовин, необхідних для росту і розвитку рослинного організму, є фотосинтез [1]. Тому в останні роки сформувались чіткі уявлення про залежність спрямованості й продуктивності фотосинтезу від дії низки факторів, у тому числі гербіцидів. Останні можуть суттєво впливати на стан хлорофіл-білкового комплексу хлоропластів, на проходження в них фотохімічних реакцій, а звідси – на їх функціональну активність та продуктивність роботи [2]. Зважаючи на це, фотохімічну активність хлоропластів можна розглядати як показник, що чітко корелює з процесами фотосинтезу та визначає ступінь стійкості рослинного організму до дії певного хімічного класу гербіцидів [3].

Як свідчить переважна більшість наукових джерел, гербіциди в перші години після застосування досягають клітинних органел, серед яких найвища концентрація хімічного агента спостерігається у хлоропластах [4]. За даними Н. Г. Аверіної та М. С. Радюк [5], гербіциди, потрапивши у хлоропласти, можуть зумовлювати значні зміни в їх будові. Ці дані підтверджуються експериментальними дослідженнями й інших вчених [6]. Очевидно, що зміни в структурній організації хлоропластів є наслідком дії ряду біохімічних реакцій, у тому числі й фотохімічних. Тому за дії гербіцидів спостерігається не тільки порушення ультраструктури хлоропластів, а й суттєвих змін при цьому зазнає фотохімічний транспорт електронів [3, 7].

На жаль, в літературі практично відсутні дані з вивчення дії на фотохімічну активність хлоропластів бакових сумішей гербіцидів і біологічно активних речовин (БАР). Як правило, їх дія на фотохімічні реакції в рослинах є більш вивченою розрізнено. Водночас, експериментальні дані літератури свідчать, що за дії БАР активність фотохімічного транспорту електронів значно зростає [3, 8].

Мета і завдання досліджень. У зв'язку з тим, що питання комплексної дії гербіцидів і БАР на фотохімічні процеси в рослинах є мало вивченим, завданням наших досліджень було встановити як гербіцид класу сульфонілсечовин Гранстар 75, внесений окремо та в сумішах із регулятором росту рослин (РРР) Емістим С, впливає на перебіг фотохімічних реакцій в рослинах ячменю ярого.

Матеріал та методика досліджень. Досліди виконували в лабораторних умовах кафедри біології Уманського НУС у 2006 році. Об'єктом досліджень слугували рослини ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.) сорту Звершення, які вирощували в пластикових посудинах з чорноземом опідзоленим важкосуглинковим з дотриманням вимог вегетаційного методу [9]. Внесення препаратів Гранстар 75, в.г. (діюча речовина – трибенурон-метил 750 г/кг) і Емістим С, в.р. (композиція біологічно активних речовин, одержана шляхом культивування грибів-ендофітів *Cylindrocarpon magnesianum*) виконували, починаючи від появи в рослин третього листка, за схемою: обробка водою (контроль), РРР Емістим С 10 мл/га, Гранстар 75 у нормах 10; 15; 20 і 25 г/га окремо і в комплексі з Емістимом С. Норми внесення препаратів розраховували на відповідну площу з врахуванням норми витрати води 300 л/га. Повторність дослідів – чотириразова. Аналізи в дослідів виконували на другий і п'ятий день після внесення препаратів.

Фотохімічну активність хлоропластів визначали за змінами у відновленні акцептора електронів – фериціаніду, спектрофотометрично [10].

Результати досліджень та їх обговорення. Як показали одержані експериментальні дані, фотохімічна реакція хлоропластів за дії бакових сумішей препаратів, що вивчалися у дослідів, зазнавала суттєвих змін. Так, за обробки рослин ячменю ярого гербіцидом класу сульфонілсечовин Гранстар 75 у нормах 10 і 15 г/га без РРР на другу добу експерименту активність транспорту електронів у електронно-транспортному ланцюзі (ЕТЛ) фотосинтезу хлоропластів складала 8,13 і 7,92 при 8,42 мкМоль фериціаніду / мг хлорофілу за годину в контролі, тобто відхилення від контролю знаходилось у межах 3,4–5,9 % (табл. 1). За внесення Гранстарту 75 у нормах 20 і 25 г/га фотохімічна активність хлоропластів ячменю ярого знижувалась порівняно з контролем відповідно на 1,99 і 3,41 мкМоль фериціаніду / мг хлорофілу за годину, або на 23,6 і 40,5%.

Одержані дані показують, що за мінімальних та рекомендованих норм використання сульфонілсечовинних препаратів, у тому числі Гранстарту 75, суттєвого пригнічення транспорту електронів у хлоропластах не відбувається, оскільки гербіциди класу сульфонілсечовин не є інгібіторами реакції Хілла. Однак, за внесення

сульфонілсечовин у підвищених нормах, фотохімічна активність хлоропластів може значно знижуватись, про що свідчать результати досліджень й інших вчених [4].

На п'яту добу після внесення гербіциду Гранстар 75 у нормах 10 і 15 г/га без PPP пригнічення транспорту електронів у хлоропластах ячменю ярого не спостерігалось. Водночас, за норм Гранстарау 75 20 і 25 г/га активність транспорту електронів у хлоропластах була на 7,6 і 24,2% відповідно нижчою, ніж в контролі, але на 16,0 і 16,3% – вищою за активність порівняно з попередніми визначеннями. Очевидно, що зниження фотохімічної активності хлоропластів ячменю ярого відбувається не за прямої дії хімічного агента, а є наслідком індукованого впливу препарату на фізіолого-біохімічний стан клітини, в тому числі й окремих органоїдів. Так, як було встановлено нами раніше [11], за дії збільшених норм Гранстарау 75 в рослинах ячменю зростає вміст малонового діальдегіду, що є наслідком підвищеного рівня пероксидного окиснення ліпідів у клітинах.

Таблиця 1 – Активність транспорту електронів в ЕТЛ фотосинтезу хлоропластів ячменю ярого за дії гербіциду класу сульфонілсечовин Гранстар 75 і його бакових сумішей з Емістимом С

Варіант досліджу	Діб після внесення препаратів			
	дві		п'ять	
	мкМоль K ₃ Fe(CN) ₆ /мг хлорофілу за годину	% до контролю	мкМоль K ₃ Fe(CN) ₆ /мг хлорофілу за годину	% до контролю
Обробка водою (контроль)	8,42	100	8,66	100
Емістим С	10,11	120,1	10,32	119,2
Гранстар 75, 10 г/га	8,13	96,6	9,0	103,9
Гранстар 75, 15 г/га	7,92	94,1	8,71	100,6
Гранстар 75, 20 г/га	6,43	76,4	8,0	92,4
Гранстар 75, 25 г/га	5,01	59,5	6,56	75,8
Гранстар 75, 10 г/га + Емістим С	8,74	103,8	10,95	126,4
Гранстар 75, 15 г/га + Емістим С	8,0	95,0	10,13	117,0
Гранстар 75, 20 г/га + Емістим С	6,98	82,9	8,75	101,0
Гранстар 75, 25 г/га + Емістим С	5,33	63,3	7,98	92,1
НР ₀₁	0,33		0,57	

Зважаючи на те, що у хлоропластах постійно утворюється синглетний кисень, супероксидрадикал і пероксид водню, які належать до активних форм кисню (АФК), можна припустити, що за дії підвищених норм гербіциду Гранстар 75 відбувається посилене утворення цих форм АФК. Тому, як свідчать дослідження останніх років [12], для нейтралізації найбільш небезпечної форми кисню – супероксидрадикалу, в хлоропластах використовується частина електронів, які утворюються в результаті фотоокиснення води у циклі Halliwell – Asada. Це відбувається через ряд проміжних реакцій, зокрема: супероксидрадикал дисмутує за участі супероксиддисмутази до H₂O₂, який, в свою чергу, відновлюється аскорбатом до води; моногегідроаскорбінова кислота відновлюється фередоксином знову до аскорбату; частина новоутворених електронів після фотоокиснення води йде на відновлення фередоксину. Тому, очевидно, за інтенсивного продукування АФК зростає потреба в електронах для відновлення фередоксину, що в цілому впливає на швидкість і стабільність транспорту електронів.

При визначенні активності транспорту електронів в ЕТЛ фотосинтезу хлоропластів ячменю ярого за сумісної дії Гранстарау 75 із PPP Емістим С встановлено, що на другу добу після внесення препаратів пригнічення фотохімічної активності спостерігалось у варіантах, де гербіцид вносили в нормах 15; 20 і 25 г/га, однак, одержані показники перевищували аналогічні у варіантах, де Гранстар 75 в тих же нормах вносився без PPP. На п'яту добу в варіантах досліджу Гранстар 75 10; 15 і 20 г/га активність транспорту електронів на 26,4; 17,0 і 1,0% відповідно перевищувала контрольний показник, а в варіанті Гранстар 75 + Емістим С – на 7,9% була нижчою за відповідне значення у варіанті обробка водою. З одержаних даних випливає, що за внесення сульфонілсечовинного гербіциду з PPP активність транспорту електронів в ЕТЛ хлоропластів значно зростає. Перш за все це пов'язано із зниженням рівня генерування АФК у рослинах [11], які можуть впливати як на структуру хлоропластів, так і перебіг у них основних біохімічних реакцій, та – із безпосереднім позитивним стимулюючим впливом екзогенних PPP на хлоропласти рослин і активність в них транспорту електронів, про що в своїх роботах повідомляють й інші науковці [3, 8].

Висновки. Таким чином, одержаний експериментальний матеріал дає підставу зробити висновки, що гербіцид класу сульфонілсечовин Гранстар 75 має опосередкований вплив на транспорт електронів у хлоропластах ячменю ярого, який можна виразити послідовністю: гербіцид → генерування АФК → нейтралізація АФК (зокрема супероксидрадикалу) → фотоокиснення води → зміна активності транспорту електронів.

Поєднання застосування Гранстарау 75 у бакових сумішах із PPP підвищує активність транспорту електронів у хлоропластах ячменю ярого, що може свідчити про зниження негативного впливу на рослини АФК за рахунок прямої дії PPP на перебіг метаболічних процесів у хлоропластах в сторону їх активізації.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Киризий Д.А. Роль акцепторов ассимилятов в регуляции фотосинтеза и распределения углерода в растении / Д.А. Киризий // Физиология и биохимия культурных растений. – 2003. – Т.35. – №5. – С. 282–391.
2. Пронина Н.Б. Активность аденилаткиназы в листьях ячменя и гороха под действием гербицида 2,4-Д и условий фосфорного питания / Н.Б.Пронина, В.Ф.Ладонин // Сельскохозяйств. биол. – 1977. – Т. 12. – № 3. – С. 428–433.
3. Сивчев М.В. Фотохимическая активность хлоропластов и прочность связи хлорофилла в комплексе у культурных растений при действии гербицидов, засоления и биологически активных веществ / М.В.Сивчев // Физиология растений. – 1973. – Т. 20. – Вып. 6. – С. 1176–1181.
4. Макеева-Гурьянова Л.М. Сульфонилмочевины – новые перспективные гербициды / Л.М. Макеева-Гурьянова, Ю.Я. Спиридонов, В.Г. Шестаков. – М., 1989. – 49 с.
5. Аверина Н.Г. Исследования ультраструктуры хлоропластов из листьев фасоли (*Phaseolus vulgare* L.), обработанных 5-аминолевулиновой кислотой и 2,2'-дипиридилом / Н.Г.Аверина, М.С.Радюк // Докл. АН БССР. – 1989. – Т. 33. – № 5. – С. 471 – 474.
6. Duke S.O. Oxadiazon activity is similar to plant of p-nitro-diphenyl ether herbicides / S.O.Duke, J.Lydon, R.N.Paul // Weed Sci. – 1989. – V. 37. – № 2. – P. 152–160.
7. Действие гербицида лонтрела на первичные процессы фотосинтеза в хлоропластах высших растений / Х.Б.Байранов, З.П.Грибова, Е.Н.Музафаров [и др.] // Сельскохозяйств. биол. – 1992. – № 1. – С. 106 – 111.
8. Физиолого-биохимические исследования растений ячменя и пшеницы при гербицидном стрессе / А.А.Ямалеева, Р.Ф.Талипов, А.М.Ямалеев [и др.] // Вестник РАСХН. – 2004. – № 3. – С. 40–42.
9. Журбицкий З.И. Теория и практика вегетационного метода / З.И. Журбицкий – М.: Наука, 1968. – 268 с.
10. Гавриленко В.Ф. Большой практикум по фотосинтезу / В.Ф. Гавриленко, Т.В. Жигалова; под ред. И.П. Ермакова. – М.:»Академия», 2003. – 256с.
11. Карпенко В.П. Інтенсивність процесів ліпопероксидації та стан антиоксидантних систем захисту ячменю ярого за дії гербициду Гранстар 75 і регулятора росту рослин Емістим С / В.П. Карпенко // Зб. наук. праць Уманського ДАУ.– Умань, 2009. – Вип. 72. – Ч.1. – С. 30–39.
12. Полесская О.Г. Растительная клетка и активные формы кислорода / О.Г. Полесская. – М.: КДУ, 2007. – 140 с.

Фотохимическая активность хлоропластов ярового ячменя при действии гербицида класса сульфонилмочевин Гранстар 75 и регулятора роста растений Эмистим С

В.П. Карпенко

Приведены результаты исследований по изучению влияния разных норм гербицида класса сульфонилмочевин Гранстар 75, внесенного раздельно и в баковых смесях с регулятором роста растений Эмистим С, на фотохимическую активность хлоропластов ярового ячменя.

Ключевые слова: гербицид, регулятор роста, фотохимическая активность хлоропластов, ячмень яровой.

Photochemical activity in the chloroplast of spring barley into the influence of sulfonylurea herbicide Granstar 75 and plant growth regulator Emistim C

V. Karpenko

The article presents the results of the research into the influence of the rate of sulfonylurea herbicide Granstar 75 applied separately and in tank mixtures with plant growth regulator Emistim C on chloroplast photochemical activity of spring barley.

Key words: herbicide, plant growth regulator, chloroplast photochemical activity, spring barley.