

Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова.
Серія 20. Біологія. – 2013. – випуск 5. – С. 81 – 88

УДК 581.141+632.954+612.015.1

Н.О. Хромих¹, Россихіна-Галича Г.С¹., Ю.В. Лихолат²

Дніпропетровський національний університет ім. Олеса Гончара

¹Науково-дослідний інститут біології

²Кафедра фізіології та інтродукції рослин
пр. Гагаріна, 72, м. Дніпропетровськ, 49010

ПІСЛЯДІЯ ГЕРБІЦИДНОЇ ОБРОБКИ НА ОКИСНО-ВІДНОВНУ АКТИВНІСТЬ ТА ВМІСТ ХЛОРОФІЛУ У РОСЛИН ПШЕНИЦІ НАСТУПНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

Triticum aestivum L., гербіциди, післядія, окислювальний стрес, пероксидне окислення ліпідів, антиоксидантні ферменти, хлорофіл.

Культурні рослини не належать до цільових об'єктів дії гербіцидів, проте в умовах агроценозу зазнають їх фітотоксичного впливу, який супроводжується змінами лінійного росту й розвитку рослин, проявом хлорозу, різноспрямованими порушеннями фізіологічних функцій [1] та функціонування фотосинтетичного апарату [2]. Установлено, що незважаючи на широкий спектр діючих речовин та механізмів дії гербіцидів різних класів, їх проникнення у рослинні клітини спричинює до виникнення та розвитку окисного стресу. У дослідженнях останніх років показано наявність ознак індукованого окислювального стресу у цілому ряду оброблених гербіцидами культурних рослин, зокрема, за дії гербіциду 2,4-Д у листках гороху [3], за обробки гербіцидом гранстар у листках пшениці, жита та кукурудзи [4], за дії галоксифопметилу у меристемі коренів кукурудзи [5], у листках кукурудзи за дії гербіцидів норфлуразон [6] і римсульфурон [7], за обробки гліфосатом у проростках кукурудзи [8] та гороху [9], за дії параквату у рослинах пшениці [10].

Також відомі віддалені наслідки впливу гербіцидів – похідних галоїдфеноксикислот, які проявляються у змінах геному наступних генерацій культурних рослин [11], хоча ефекти післядії обробки посівів препаратами інших класів вивчені недостатньо. У наших попередніх дослідженнях впливу гербіцидів на властивості стиглого насіння культурних рослин встановлено значний ріст активності супероксиддисмутази на фоні зниження активності пероксидази, каталази та вмісту відновленого глутатіону у зерні кукурудзи [12], а також суттєві зміни активності антиоксидантних ферментів у зерні пшениці, які свідчать про наявність ознак окисного стресу у клітинах насіння [13].

Відомо, що у рослинних організмах вміст хлорофілу є чутливим індикатором інтенсивності фотосинтезу та одним з найважливіших показників, які визначають кількість та якість урожаю, що є особливо показовим за дії різноманітних чинників на рослини [14]. З'ясовано, що гербіциди також здатні певним чином впливати на фотосинтетичний процес у культурних рослинах, про що свідчать зміни флуоресценції хлорофілу та порушення співвідношення хлорофілів **a/b** у листках пшениці за дії

параквату [10], зниження вмісту пігментів у лисках редису за дії норфлуразону [15], але можливі віддалені наслідки впливу гербіцидів на фотосинтез у культурних рослинах наступної генерації наразі не вивчено.

Метою роботи було вивчити у необроблених гербіцидами рослинах пшениці другої генерації особливості накопичення прооксидантів, функціонування ферментів антиоксидантного захисту, а також зміни вмісту та співвідношення фотосинтетичних пігментів, які характеризують ефекти післядії гербіцидної обробки материнських рослин в агроценозах.

Матеріал і методика досліджень

Об'єктами дослідження були проростки озимої пшениці (*Triticum aestivum* L., сорт Землячка), вирощені з насіння, зібраного в агроценозах, оброблених гербіцидами у таких дозах: естерон – 0,6 л/га; гранстар – 25 г/га; гроділ-максі – 100 мл/га; еллай-супер – 15 г/га; пума-супер – 0,8 л/га. Контрольне насіння збирали в необроблених гербіцидами агроценозах. Зерно пшениці пророщували на дистильованій воді протягом 10 діб за лабораторних умов і природному освітленні, з усереднених зразків листків проростків отримували рослинні екстракти, які центрифугували 20 хвилин при 16000 об./хв., після чого в супернатантах визначали показники з використанням фотоелектроколориметра КФК-2МП.

Концентрацію гідропероксидів ліпідів визначали згідно [16] за кольоровою реакцією з роданистим амонієм. Реакційна суміш містила 1 мл супернатанту, етанол, 5% розчин солі Мора. Реакцію запускали додаванням 20% роданистого амонію, зміни оптичної щільності реєстрували при довжині хвилі 480 нм, показники виражали в одиницях оптичної густини/хв×г сирової ваги.

Уміст ТБК-активних продуктів визначали за [17]. Реакційну суміш, що містила 2 мл супернатанту, 2 мл розчину 2-тіобарбітурової кислоти (ТБК), інкубували 30 хв при 100° С, охолоджували та вимірювали оптичну густину при 532 нм. Концентрацію ТБК-активних продуктів виражали в нмоль/хв×г сирової ваги.

Активність супероксиддисмутази (СОД; КФ 1.15.1.1) визначали за рівнем гальмування процесу відновлення нітросинього тетразолію (НСТ) в присутності НАДН і феназинметасульфату (ФМС) згідно з [18]. Реакційна суміш містила 1,2 мл Na-фосфатного буферу, 0,1 мл розчину ФМС, 0,3 мл розчину НСТ, 0,3 мл супернатанту. Реакцію ініціювали додаванням 0,2 мл НАДН і зупиняли 1 мл льодяної оцтової кислоти. Концентрацію ТБК-активних речовин виражали в нмоль/ хв×г сирової ваги.

Для визначення активності бензидин-пероксидази (ПО; КФ 1.11.1.7) за методом [19] у реакційну суміш, яка містила 0,2 мл супернатанту й 0,8 мл ацетатного буферу, додавали 1мл 0,1М розчину бензидину. Зміни оптичної густини реєстрували при 470 нм, активність ферменту виражали в одиницях оптичної густини/ хв×г сирової ваги.

Активність глутатіон-пероксидази (ГПО; КФ 1.11.1.9) визначали згідно [20] при довжині хвилі 340 нм за змінами оптичної густини після додавання розчину перекису водню до інкубованої реакційної суміші, яка містила 1,2 мл фосфатного буферу, розчини ЕДТА, відновленого глутатіону (GSH), НАДН, 0,2 мл супернатанту, і виражали в наномоль/г сирової ваги.

Каталазну активність (КАТ; КФ 1.1.1.6) визначали титриметричним методом [21] з розчином перманганату калію після інкубування супернатанту протягом 30 хвилин при 25°С з пероксидом водню і виражали в ммоль H₂O₂/ хв×г сирової ваги.

Концентрацію хлорофілів визначали за [22] після центрифугування етанольного екстракту протягом 5 хвилин при 3000 об/хв. Оптичну густину супернатанту

реестрували при 649 нм та 665 нм, вміст хлорофілів вираховували за відповідними формулами і виражали в мг/г сирової ваги.

Статистичну обробку результатів, отриманих у триразовій повторності, здійснено за допомогою пакету Microfoft Statistica 6.0. Розбіжності між вибірками вважали значущими при $p \leq 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Вміст ТБК-активних продуктів (ТБКАП) та гідропероксидів ліпідів (ГПЛ) було суттєво знижено у листках усіх дослідних рослин (Рис. 1).

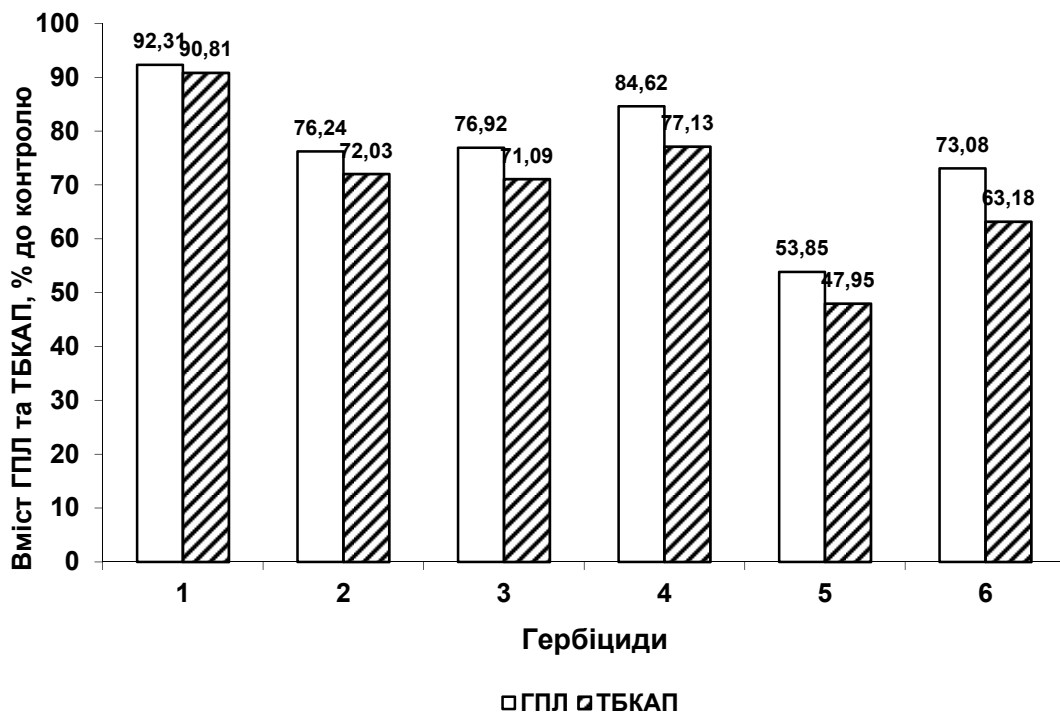


Рис. 1. Зміни вмісту гідропероксидів ліпідів (ГПЛ) і ТБК-активних продуктів (ТБКАП) у листках 10-добових проростків пшениці, вирощених з насіння материнських рослин, оброблених гербіцидами: 1 – гранстар, 2 – гроділ максі, 3 – еллай супер, 4 – естерон, 5 – естерон+пума супер, 6 – мастак

Найбільший спад інтенсивності перебігу реакцій окислення ліпідів у листках проростків відмічено у разі післядії комбінованої обробки похідними феноксиоцтової кислоти (естерон) і арилоксифеноксипропіонової кислоти (пума супер) з антидотом мефенпір-диетил (вар. 5). Подібна комбінація з двох діючих речовин та антидоту присутня у гербіциді гроділ максі (вар. 2), але його післядія супроводжувалась значно меншим зниженням показників окисного стресу, можливо тому, що у цьому гербіцидному препараті обидва компоненти належать до похідних сульфонілсечовини.

Порівняно менший вплив на рівень накопичення пероксидів ліпідів у листках проростків пшениці супроводжував післядію обробки однокомпонентними препаратами: гранстар (похідне сульфонілсечовини), естерон і мастак (похідне піколінової кислоти).

Зменшення інтенсивності процесів окислення ліпідів у листках проростків пшениці слід розцінювати як наявність у рослин наступної генерації ефектів післядії

гербіцидів. Очевидно, певною мірою вказані ефекти могли бути обумовлені виявленими раніше [13] змінами інтенсивності функціонування систем антиоксидантного захисту у стиглому зерні, сформованому на оброблених гербіцидами рослинах пшениці. На користь зробленого припущення свідчить зниження показників окисного стресу (вмісту малонового діальдегіду, перекису водню, супероксид-аніону) та зростання активності захисних ферментів за сольового стресу у листках огірків, попередньо оброблених гербіцидом паракват у низьких концентраціях [23].

У листках дослідних проростків пшениці виявлено суттєві відмінності рівнів активності антиоксидантних ферментів у порівнянні з контролем (рис. 2).

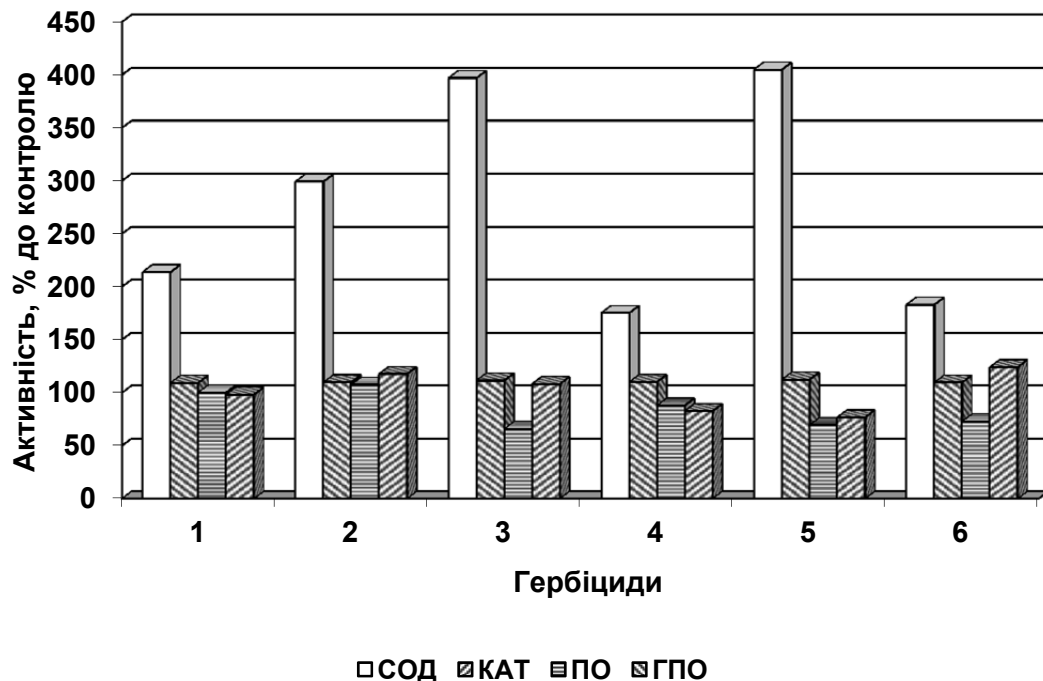


Рис. 2. Зміни активності супероксиддисмутази (СОД), каталази (КАТ), пероксидази (ПО) та глутатіон-пероксидази (ГПО) у листках 10-добових проростків пшениці, вирощених з насіння материнських рослин, оброблених гербіцидами: 1 – гранстар, 2 – гроділ максі, 3 – еллай супер, 4 – естерон, 5 – естерон+пума супер, 6 – мастак

Найбільш виражених змін зазнав рівень активності СОД в усіх дослідних проростках (в 1,8-4,1 рази більше контролю), що має вказувати на інтенсифіковані процеси дисмутації супероксидних аніонів та утворення перекису водню у клітинах проростків пшениці. При цьому зміни активності ферментів, які знешкоджують перекис водню, були значно меншими.

Так, каталазна активність в усіх варіантах зростала, порівняно з контролем, у середньому на 9-13%, здебільшого внаслідок післядії двокомпонентного препарату еллай супер та комбінованої обробки гербіцидами естерон+пума супер з додаванням антитоду.

Пероксидазна активність у листках дослідних проростків пшениці перебільшувала контрольний рівень на 7,6% у варіанті післядії полікомпонентного препарату гроділ максі, дорівнювала контролю у разі післядії гранстару, в інших варіантах активність ферменту була нижчою за контроль на 12-34 %.

Кореляційний аналіз результатів досліджень дозволив установити, що узгоджене функціонування антиоксидантних ферментів СОД, КАТ і ПО, яке притаманне контрольним проросткам пшениці, у дослідних проростках внаслідок післядії однокомпонентних гербіцидів гранстар, естерон, мастак порушувалось незначним чином, про що свідчили високі коефіцієнти кореляції показників активності (відповідно для вказаних гербіцидів $r=0,92$; $0,96$ та $0,91$). Водночас внаслідок післядії полікомпонентних препаратів у дослідних проростках виявлено більш значне зниження коефіцієнту кореляції між рівнями активності антиоксидантних ферментів ($r=0,71$ для післядії гербіциду гроділ максі) та навіть від'ємне значення коефіцієнту для післядії гербіциду еллай супер та комбінації гербіцидів естерон+пума супер (відповідно, $r=-0,13$ та $r=-0,08$).

Активність глутатіон-пероксидази у листках дослідних проростків пшениці перевищувала контрольний рівень у разі післядії гербіцидів гроділ максі й мастак (на $17,7$ та $24,1$ % відповідно), наближалась до контролю внаслідок післядії гранстара, була нижчою за контрольний рівень у разі післядії естерону (на $17,4$ %) та комбінації естерон+пума супер (на $23,3$ %).

Кореляційний аналіз результатів виявив у клітинах дослідних листків пшениці високий ступінь взаємного зв'язку між рівнями накопичення продуктів окислення ліпідів (ГПЛ і ТБКАП) та рівнем активності глутатіон-пероксидази. Найвищий коефіцієнт кореляції $r=0,99$ установлений для післядії однокомпонентних гербіцидів гранстар та естерон. Для полікомпонентних препаратів гроділ максі, еллай супер та комбінації естерон+пума супер коефіцієнти були дещо нижчими (відповідно, $r=0,92$; $0,94$; $0,93$). Післядія гербіциду мастак спричинили зниження коефіцієнту кореляції до $r=0,87$. Узгодженість між рівнями активності ГП та накопиченням ТБКАП і ГПЛ у листках дослідних проростків пшениці вказує на активне функціонування шляху відновлення гідропероксидів ліпідів, який у рослинних клітинах вважається переважним для глутатіон-пероксидази, тоді як до процесу відновлення перекису водню фермент залучений меншим чином [20; 24].

Тобто, ефекти післядії гербіцидної обробки посівів пшениці проявились у різних рівнях порушення узгодженості функціонування ферментів антиоксидантного захисту (СОД, КАТ, ПА) у листках наступної генерації рослин, причому найбільш виражені зміни супроводжували післядію полікомпонентних препаратів та комбінованої обробки. Ефект післядії гербіцидів на узгодженість перебігу реакцій накопичення та відновлення гідропероксидів ліпідів у листках проростків був менш значний.

Установлено, що у листках усіх дослідних проростків пшениці вміст хлорофілів **a** і **b** та їх співвідношення суттєво відрізнялись від контрольних значень (таблиця). Сумарний вміст пігментів у дослідних проростках перевищував контрольний рівень в усіх варіантах (на $6-40$ %), крім післядії комбінації гербіцидів естерон+пума супер, яка спричинила зниження показника на $6,2\%$.

Таблиця

Вплив гербіцидів на вміст (мг/л екстракту) та співвідношення хлорофілів **a** і **b** у листках 10-добових проростків пшениці

№	Гербіциди	Сумарний вміст хлорофілу (a+b), мг/л	До контролю, %	Вміст хлорофілу a, мг/л	Вміст хлорофілу b, мг/л	a/b
1	2	3	4	5	6	7
1	Контроль	4,303±0,131	-	4,079±0,132	0,224±0,006	18,2

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7
2	Гранстар	6,023±0,174	140,0	5,810±0,173	0,213±0,008	27,3
3	Гроділ максі	4,547±0,132	105,7	4,426±0,134	0,121±0,011	36,6
4	Еллай супер	5,775±0,143	134,2	5,557±0,141	0,218±0,008	25,5
5	Естерон	4,804±0,140	111,7	4,646±0,143	0,158±0,005	29,4
6	Естерон+ Пума супер	4,037±0,120	93,8	3,939±0,118	0,098±0,007	40,2
7	Мастак	5,952±0,164	138,4	5,753±0,170	0,199±0,005	28,9

Найбільше зростання вмісту хлорофілу **a** відмічено внаслідок післядії гербіцидів гранстар, еллай супер і мастак (на 42,4, 36,2 та 41,0 % відносно контролю), післядії гроділу максі та естерону викликала менш помітне зростання показника (на 8-14 %), незначне зниження спричинила післядія комбінації гербіцидів естерон+пума супер.

Вміст хлорофілу **b** у листках дослідних проростків несуттєво знижувався у порівнянні з контролем у разі післядії гербіцидів гранстар та еллай супер, більш значним чином (на 11-30 %) – внаслідок післядії гербіцидів естерон і мастак, тоді як післядія полікомпонентного гербіциду гроділ максі та комбінації естерон+пума супер супроводжувалась найбільшим зниженням показника (відповідно, на 46,0 та 56,2%), причому в обох останніх варіантах обробки був присутнім антидот мефенпір-диетил.

Слід вказати, що найбільше зростання співвідношення хлорофілів відмічено також у разі післядії полікомпонентних гербіцидів з антидотом. Високе співвідношення хлорофілів **a/b**, з одного боку, може слугувати ознакою високої потенційної інтенсивності фотосинтезу [25], проте з іншого – підвищення вмісту хлорофілу **b** пов'язують з захисною функцією пігменту, який здатен екранувати фотосинтетично активний хлорофіл **a** від негативних впливів [26], тому для коректної оцінки виявлених змін необхідні додаткові дослідження.

Висновки

У листках проростків пшениці, вирощених з насіння, зібраного в оброблених гербіцидами агроценозах, виявлено інтенсивніше функціонування певних ланок антиоксидантного захисту (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатіон-пероксидаза) та уповільнене накопичення продуктів пероксидного окислення ліпідів. Кореляційний зв'язок рівнів активності СОД, КАТ, ПА у листках дослідних проростків знижувався порівняно з контролем, найбільшим чином внаслідок післядії полікомпонентних препаратів та комбінованої обробки, тоді як узгодженість реакцій накопичення та відновлення гідропероксидів ліпідів залишалась високою. Установлено зростання сумарного вмісту хлорофілу (**a+b**) та співвідношення хлорофілів **a/b**, особливо внаслідок післядії полікомпонентного гербіциду та комбінованої обробки з присутністю антидоту. Наявність у необроблених гербіцидами рослин другої генерації комплексу метаболічних змін дає підстави вважати їх проявом післядії гербіцидів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Спиридонов Ю.Я. Современные проблемы изучения гербицидов (2006-2008) / Ю.Я. Спиридонов, С.Г. Жемчужин // Агротехника. – 2010. - №7. – С. 73-91.

2. Kopsell D.A. Leaf tissue pigments and chlorophyll fluorescence parameters vary among sweet corn genotypes of differential herbicide sensitivity / D. A. Kopsell, G. R. Armel, K. R. Abney, J. J. Vargas // *Pes. Biochem. and Physiol.* – 2011. – Vol. 99, № 2. – P. 194-199.
3. McCarthy-Suarez I. Organ-specific effects of the auxin herbicide 2,4-D on the oxidative stress and senescence-related parameters of the stems of pea plants / I. McCarthy-Suarez, L.A. del Rio, J.M. Palma // *Acta Physiol. Plant.* – 2001. – Vol. 33. – P. 2239-2247.
4. Гарькова А.Н. Обработка гербицидом гранстар вызывает окислительный стресс в листьях злаков / А.Н. Гарькова, М.М. Русяева, О.В. Нуштаева, Ю.Н. Аросланкина, А.С. Лукаткин // *Физиология растений.* – 2011. – Т. 58, №6. – С. 930-943.
5. Паланиця М.П. Генерування активних форм кисню за дії грамініцидів і модифікаторів їх активності / М.П. Паланиця, В.В. Трач, Є.Ю. Мордерер // *Физиология и биохимия культ. растений.* – 2009. – Т. 41, №4. – С. 328-334.
6. Jung S. Expression level of specific isozymes of maize catalase mutants influences other antioxidants on norflurazon-induced oxidative stress / S. Jung // *Pes. Biochem. and Physiol.* – 2003. – Vol. 75, № 1-2. – P. 9-17.
7. Hassan N.M. Oxidative Stress in Herbicide-Treated Broad Bean and Maize Plants / N.M. Hassan, M.M.N. Alla // *Acta Physiol. Plant.* – 2005. – Vol. 27. – P. 429-438.
8. Sergiev I.G. The phenylurea cytokinin 4PU-30 protects maize plants against glyphosate action / I.G. Sergiev, V.S. Alexieva, S.V. Ivanov, I.I. Moskova, E.N. Karanov // *Pes. Biochem. and Physiol.* – 2006. – Vol. 85, № 3. – P. 139-146.
9. Митева Л. П.-Е. Изменение пула глутатиона и некоторых ферментов его метаболизма в листьях и корнях растений гороха, обработанных гербицидом глифосатом / Л. П.-Е. Митева, С.В. Иванов, В.С. Алексиева // *Физиология растений.* – 2010. – Т.57, №1. – С. 139-145.
10. Ekmekci Y. Effects of oxidative stress induced by paraquat on wild and cultivated wheats / Y. Ekmekci and S. Terzioglu // *Pesticide Biochemistry and Physiology.* – 2005. – Vol. 83, № 2-3 – P. 69-81.
11. Деева В. П. О последствии гербицидов – производных галоидфеноксикислот на культурные растения / В.П. Деева, Н.В. Санько // *Физиология и биохимия культ. растений.* – 1990. – Т. 22, № 6. – С. 523-531.
12. Хромих Н.О. Вплив гербіцидів нового покоління на фізіолого-біохімічні показники насіння кукурудзи / Н.О. Хромих, Г.С. Россихіна, В.В. Лашко // *Вісник Харківського національного аграрного ун-ту. Серія Біологія.* – 2011. – Вип.3. - С. 50-55.
13. Матюха В.Л. Зміни структури врожаю та якості зерна пшениці озимої за гербіцидної обробки / В.Л. Матюха, Н.О. Хромих, Г.С. Россихіна-Галича, В.В. Лашко // *Карантин і захист рослин.* – 2012. - № 12 (197). – С. 11-12.
14. Saglam A. The relations between antioxidant enzymes and chlorophyll fluorescence parameters in common bean cultivars differing in sensitivity to drought stress / A. Saglam, N. Saruhan, R. Terzi, A. Kadroglu // *Физиология растений.* – 2011. – Т. 58, №1. – С. 58-66.
15. Soeda T. Inhibition of pigment synthesis by 1,3-dimethyl-4-(2,4-dichlorobenzoyl)-5-hydroxypyrazole, norflurazon, and new herbicidal compounds in radish and flatsedge plants / T. Soeda, T. Uchida // *Pes. Biochem. and Physiol.* – 1987. – Vol. 29, № 1. – P. 35-42.
16. Курганова Л.Н. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная система защиты в хлоропластах гороха при тепловом шоке / Л.Н. Курганова, А.П. Веселов, Т.А. Гончарова // *Физиология растений.* – 1997. – Т. 44, №5. – С. 725-730.

17. Мусієнко М.М. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин / М.М. Мусієнко, Т.В. Паршикова, П.С. Славний. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 200 с.
18. Переслегина И.А. Активность антиоксидантных ферментов слюны здоровых детей / И.А. Переслегина // Лабораторное дело. – 1989. – № 11. – С. 20–23.
19. Бояркин А. Н. Колориметрическое определение активности пероксидазы / А.Н. Бояркин // Биохимия. – 1961. – Т. 16, № 2. – С. 252 – 254.
20. Гришко В.Н. Функционирование глутатионзависимой антиоксидантной системы и устойчивость растений при действии тяжелых металлов и фтора / В.Н. Гришко, Д.В. Сыщиков. – К.: Наукова думка, 2012. – 238 с.
21. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений / Б.П. Плешков. – М.: Колос, 1968. – 183 с.
22. Бессонова В.П. Практикум з фізіології рослин / В.П. Бессонова. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2006. – 316 с.
23. Lin S.-H. Paraquat pre-treatment increases activities of antioxidant enzymes and reduces lipid peroxidation in salt-stressed cucumber leaves / S.-H. Lin, Z.-J. Liu, P.-L. Xu, Y.-Y. Fang, J.-G. Bai // Acta Physiol. Plant. – 2011. – Vol. 33. – P. 295-304.
24. Eshdat Y. Plant glutathione peroxidases / Y. Eshdat, D. Holland, Z. Faltin, G. Ben-Nayyim // Physiol. Plant. – 1997. – Vol. 100. – P. 234-240.
25. Павлов И.Н. Влияние выбросов алюминиевого завода на содержание хлорофилла в листьях деревьев и кустарников / И.Н. Павлов // Сб. статей по мат. Всероссийской науч.-практ. конф. «Непрерывное экологическое образование и экологические проблемы». – Том 1. – Красноярск: СибГТУ. – 2004. – С. 164-170.
26. Navaux M. Carotenoids as Membrane Stabilizers in Chloroplasts / M. Navaux // Trends Plant Sci. – 1998. – Vol. 3. – P. 147-151.

Хромых Н.А., Россихина-Галича А.С., Лихолат Ю.В.

ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ГЕРБИЦИДНОЙ ОБРАБОТКИ НА ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА У РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ СЛЕДУЮЩЕЙ ГЕНЕРАЦИИ

В листьях проростков пшеницы, выращенных из собранных в обработанных гербицидами агроценозах, обнаружено усиление активности антиоксидантных ферментов (СОД, каталаза, глутатион-пероксидаза), снижение накопления продуктов перекисного окисления липидов, возрастание суммарного содержания хлорофилла и соотношения хлорофиллов а/в. Выявленный комплекс метаболических изменений оценен как проявление последствия гербицидов.

Khromykh N., Rossikhina-Galycha G., Lykholat U.

AFTEREFFECT OF HERBICIDE TREATMENT ON THE REDOX ACTIVITY AND CHLOROPHYLL CONTENT IN WHEAT PLANTS OF THE NEXT GENERATION

The enhancing of antioxidant enzymes (superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase) activity, decreasing of lipids peroxidation products accumulation, increasing of sum chlorophyll content and chlorophylls a/b correlation were found in leaves of the seedlings which were grown from seeds collected in the herbicides treated agroecosystems. The detected complex of the metabolic changes was estimated as herbicides after action effects.

Надійшла 20.11.2012 р.