

УДК 577.15:[633.174:632.954:631.811.98]

**ЛІПОПЕРОКСИДАЦІЙНІ ТА ФЕРМЕНТАТИВНІ ПРОЦЕСИ В  
РОСЛИНАХ СОРИЗУ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ГЕРБІЦИДУ І  
РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН**

**Карпенко В.П., доктор сільськогосподарських наук, професор**

**Шутко С.С., аспірант**

**Уманський національний університет садівництва**

***E-mail: serhiushutko@gmail.com***

***Анотація.** Гербіциди, як фізіологічно активні речовини, здатні впливати на обмін речовин у рослинах, у тому числі й на проходження ліпопероксидаційних та ферментативних процесів.*

*У статті наведено результати досліджень з вивчення впливу біологічно активних речовин (гербіциду і регулятора росту рослин) на проходження перекисного окиснення ліпідів і ферментативну активність у рослинах соризу.*

*Метою дослідження було вивчення впливу різних норм гербіциду Пік 75 WG (10; 15; 20; 25г/га) за різних способів використання регулятора росту рослин Регоплант (обробка посівного матеріалу (250мл/т) й посівів (50мл/га)) на перебіг ліпопероксидаційних та ферментативних процесів у рослинах соризу.*

*Об'єктами дослідження слугували рослини соризу (*Sorghum orysooidum*) сорту Титан, гербіцид Пік 75 W.G. та регулятор росту рослин Регоплант. Рослини соризу вирощували з додержанням вимог вегетаційного методу. Аналізи в досліді виконували на третю і п'яту добу після обприскування рослин досліджуваними препаратами.*

*Результати досліджень показали, що внесення гербіциду як окремо, так і в комплексі з регулятором росту рослин, значно впливало на перебіг реакцій перекисного окиснення ліпідів у рослинах соризу. Найнижчий рівень перекисного окиснення ліпідів простежувався у варіантах досліді з комплексним використанням гербіциду й регулятору росту рослин (обробка посівного матеріалу й внесення по сходах). Зокрема, в даних варіантах досліді вміст малонового діальдигіду був нижчим на 15-20%, ніж у варіантах з використанням гербіциду. Активність же глутатіон-s-трансферази у листках соризу була найвищою у варіантах досліді з сумісним застосуванням Гербіциду Пік 75 WG (10-25г/га) і PPP Регоплант (50мл/га) по фоні передпосівної обробки насіння Регоплантом (250мл/т),*

*Встановлено, що за внесення бакової суміші гербіциду Пік 75 WG (15-20г/га) у комплексі з регулятором росту рослин Регоплант (50 мл/га) на фоні передпосівної обробки насіння Регоплантом (250мл/т), у рослинах соризу досягається зниження інтенсивності проходження ліпопероксидаційних процесів за одночасного зростання ферментативної активності.*

***Ключові слова:** перекисне окиснення ліпідів, глутатіон-s-трансфераза, гербіцид, регулятор росту рослин, сориз.*

**Актуальність.** Гербіциди складають особливу групу фізіологічно активних речовин, що здатні змінювати обмінні процеси у рослинах, які лежать в основі фотосинтезу, дихання та інших ключових реакцій рослинного організму [1]. Наслідком таких змін є стрес, у результаті якого продукуються активні форми кисню (АФК) [2]. Процес утворення АФК відбувається і за оптимальних умов росту й розвитку рослин, проте під впливом ксенобіотиків він значно підсилюється [3]. Для ліквідації АФК (пероксид водню, синглетний кисень, тощо) у рослині активізуються антиоксидантні системи захисту, у тому числі й ферментативні [4]. Проте ключовою ланкою в антиоксидантному захисті рослин від АФК є фермент глутатіон-s-трансфераза (GST), який знешкоджує продукти вільнорадикального окиснення в клітинах [5].

У науковій літературі зустрічається низка повідомлень стосовно впливу гербіцидів різних хімічних класів за різних умов на активність GST [6-8], разом з тим даних стосовно комплексної дії гербіцидів і регуляторів росту рослин (PPP) на перебіг ліпопероксидаційних процесів у рослинах соризу та активність GST зустрічається недостатньо, що й визначило мету й завдання наших досліджень.

#### **Аналіз останніх досліджень та публікацій.**

Науковцями встановлено [9, 10] зростання активності ферменту GST внаслідок кон'югації ксенобіотика і глутатіону, в якій фермент бере безпосередню участь. При цьому рівень АФК, а отже, й інтенсивність проходження процесів ліпопероксидації (ПОЛ) в рослинах знижуються. Також окремі наукові джерела свідчать [11-13], що за дії PPP інтенсивність проходження реакцій ПОЛ у рослинах може знижуватись, що дає підстави стверджувати про їх захисні властивості. Так, встановлено, що за використання гербіциду Гранстар 75 у нормах 10 і 15г/га разом з PPP Емістим С у рослинах ячменю ярого суттєво знижувались процеси ліпопероксидації ліпідів, при цьому активність ферментів-антиоксидантів – GST і СОД та вміст у листках рослин основних низькомолекулярних антиоксидантних сполук – GSH і аскорбінової кислоти, значно зростали [14].

С. Авраменко із співавторами [15] встановили, що регулятори росту рослин пришвидшують процеси синтезу білка та ферментів у рослинах, що значно активізує проходження в них обмінних процесів.

**Мета дослідження** – з'ясувати вплив різних норм гербіциду Пік 75 WG (10; 15; 20; 25г/га) за різних способів використання РРР Регоплант (обробка посівного матеріалу (250мл/т) й посівів (50мл/га)) на перебіг ліпопероксидаційних та ферментативних процесів у рослинах соризу.

**Матеріали і методи дослідження.** Досліди виконували в лабораторних умовах кафедри біології Уманського НУС у 2017р. Об'єктами дослідження слугували рослини соризу (*Sorghum orysooidum*) сорту Титан, гербіцид Пік 75 W.G. (д.р. – просульфурон 750 г/кг) та регулятор росту рослин Регоплант (д.р. – продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів – 0,3 г/л, насичені і ненасичені жирні кислоти С14-С28, полісахариди, 15 амінокислот, аналоги фітогормонів цитокінінової та ауксинової природи, комплекс біогенних мікроелементів – 1,75 г/л, калієва сіль альфа-нафтилоцтової кислоти 1 мл/л, аверсектин – продукт життєдіяльності актиноміцету *Streptomyces avermytilis*). Рослини соризу вирощували в пластикових посудинах з чорноземом опідзоленим важкосуглинковим з додержанням вимог вегетаційного методу [16]. Внесення препаратів виконували у фазу трьох листків культури за схемою: без застосування препаратів (контроль), регулятор росту рослин (РРР) Регоплант 50 мл/га, гербіцид Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25 г/га окремо та в комплексі з Регоплантом 50 мл/га по обробленому та необробленому насінні цим же регулятором росту рослин у нормі 250 мл/т. Повторність досліду — чотириразова. Аналізи в досліді виконували на третю і п'яту добу після обприскування рослин.

Перебіг реакцій пероксидного окиснення ліпідів у листках соризу відстежували за накопиченням малонового диальдегіду (МДА), за реакцією із тіобарбітуровою кислотою (ТБК) при 532 нм, згідно методики, описаної Ю.А.Владимировим та А.І.Арчаковим [17] у модифікації В.В.Рогожина [18]. Активність GST оцінювати за швидкістю утворення глутатіон–s–кон'югатів між

відновленим глутатионом і 1-хлор-2,4-динітробензолом, концентрацію яких реєстрували спектрофотометрично за довжини хвилі 340 нм [19].

**Результати дослідження та їх обговорення.** Результати проведених досліджень показали, що внесення гербіциду як окремо, так і в комплексі з РРР, значно впливало на перебіг реакцій ПОЛ у рослинах соризу. Зокрема на третю добу після внесення гербіциду Пік 75 WG у нормах 10; 15; 20; 25г/га інтенсивність реакцій ПОЛ у листках соризу зростала і перевищувала контроль на 3,6; 7,4; 13,8 і 18,3 мкМоль МДА/г сирової речовини (табл. 1), що, очевидно, може свідчити про активне продукування АФК.

Таблиця 1

**Вплив різних норм гербіциду Пік 75 WG і різних способів застосування РРР Регоплант на реакції ПОЛ у рослинах соризу**

Варіант досліджу	МДА, мкМоль/г сирової речовини	
	на третю добу	на п'яту добу
Без застосування препаратів (контроль)	11,6	14,3
Пік 75 WG 10г/га	15,2	21,7
Пік 75 WG 15г/га	19,0	26,6
Пік 75 WG 20г/га	25,4	33,8
Пік 75 WG 25г/га	29,9	40,8
Регоплант 50мл/га	8,9	12,1
Пік 75 WG 10г/га + Регоплант 50мл/га	14,0	20,0
Пік 75 WG 15г/га + Регоплант 50мл/га	17,4	24,3
Пік 75 WG 20г/га + Регоплант 50мл/га	22,1	30,7
Пік 75 WG 25г/га + Регоплант 50мл/га	27,3	36,9
Регоплант 250мл/т (фон)	10,0	12,9
Фон + Пік 75 WG 10г/га	15,3	21,2
Фон + Пік 75 WG 15г/га	18,9	25,0
Фон + Пік 75 WG 20г/га	24,5	32,3
Фон + Пік 75 WG 25г/га	28,4	39,5
Фон + Пік 75 WG 10г/га + Регоплант 50мл/га	13,3	18,2
Фон + Пік 75 WG 15г/га + Регоплант 50мл/га	15,8	22,5
Фон + Пік 75 WG 20г/га + Регоплант 50мл/га	20,6	26,9
Фон + Пік 75 WG 25г/га + Регоплант 50мл/га	25,3	35,7
Фон + Регоплант 50мл/га	8,2	11,1
<i>НІР<sub>01</sub></i>	1,9	2,6

За внесення бакових сумішей гербіциду Пік 75 WG (10; 15; 20; 25г/га) з PPP Регоплант (50мл/га) проходження реакцій ПОЛ у рослинах соризу в порівнянні з варіантами, де вносився лише гербіцид, знижувалось на 8-13%. Водночас, застосування досліджуваних норм гербіциду по фону (обробка насіння перед сівбою PPP Регоплант 250 мл/т) не вплинуло суттєво на перебіг реакцій ПОЛ, які знаходились на рівні варіантів із самостійним внесенням гербіциду.

За комплексного застосування гербіциду Пік 75 WG (10; 15; 20; 25г/га) з PPP Регоплант (обробка посівів 50мл/га + обробка посівного матеріалу 250 мл/т) простежувалось зниження процесів перекисного окиснення ліпідів у рослинах соризу у відношенні до варіантів із самостійним внесенням гербіциду на рівні 13-19%.

На п'яту добу після внесення препаратів рівень ПОЛ у рослинах соризу зростав. Так, якщо на третю добу вміст МДА в контролі складав 11,6, то на п'яту – 14,3 мкМоль/г сирової речовини, що може бути пов'язано з активізацією ростових та метаболічних процесів у рослинах соризу, побічним продуктом яких є продукування АФК [5].

Проте найнижчий рівень ПОЛ простежувався у варіантах досліду з комплексним використанням гербіциду й PPP (обробка посівного матеріалу й внесення по сходах), так, в даних варіантах вміст МДА був нижчим, ніж у варіантах з використанням гербіциду на 3,5-6,9 мкМоль МДА/г сирової речовини, – або 15-20%.

У зв'язку з тим, що перебіг реакцій ПОЛ у рослинах напряму залежить від активності ферменту GST, який каталізує знешкодження продуктів метаболізму гербіциду в рослині, нами було проведено визначення його активності. Одержані результати показали, що в усіх дослідних варіантах із внесенням Піку 75WG як окремо, так і в суміші з Регоплантом, активність GST була вищою, ніж у контролі, особливо це спостерігалось у варіантах сумісного застосування гербіциду й PPP (табл.2).

Таблиця 2

**Вплив різних норм гербіциду Пік 75 WG і різних способів застосування  
PPP Регоплант на активність GST у листках соризу**

Варіант досліджу	GST, мкМоль/г сирової речовини за 1 хв.	
	на третю добу	на п'яту добу
Без застосування препаратів (контроль)	2,34	3,01
Пік 75 WG 10г/га	2,87	3,59
Пік 75 WG 15г/га	3,16	3,74
Пік 75 WG 20г/га	3,22	3,79
Пік 75 WG 25г/га	2,59	3,12
Регоплант 50мл/га	2,71	3,32
Пік 75 WG 10г/га + Регоплант 50мл/га	2,88	3,75
Пік 75 WG 15г/га + Регоплант 50мл/га	2,94	3,91
Пік 75 WG 20г/га + Регоплант 50мл/га	3,44	3,99
Пік 75 WG 25г/га + Регоплант 50мл/га	3,32	3,76
Регоплант 250мл/т (фон)	2,65	3,10
Фон + Пік 75 WG 10г/га	3,05	3,62
Фон + Пік 75 WG 15г/га	3,24	3,70
Фон + Пік 75 WG 20г/га	3,49	3,81
Фон + Пік 75 WG 25г/га	2,99	3,22
Фон + Пік 75 WG 10г/га + Регоплант 50мл/га	3,60	3,07
Фон + Пік 75 WG 15г/га + Регоплант 50мл/га	3,71	3,18
Фон + Пік 75 WG 20г/га + Регоплант 50мл/га	3,79	3,34
Фон + Пік 75 WG 25г/га + Регоплант 50мл/га	3,41	3,05
Фон + Регоплант 50мл/га	2,74	2,32
<i>НІР<sub>01</sub></i>	0,30	0,34

Це може свідчити про інтенсифікацію процесів знешкодження ксенобіотика у рослинах, наслідком яких (як було наведено вище) стало зниження рівня ПОЛ. Подібну дію гербіциду й PPP на активність GST й реакції ПОЛ у різних сільськогосподарських культурах спостерігали й інші вчені [20, 21]

Найвищу активність GST у листках соризу на третю добу спостережень було відзначено у варіантах досліджу з сумісним застосуванням Гербіциду Пік 75 WG (10-25г/га) і PPP Регоплант (50мл/га) по фону передпосівної обробки насіння Регоплантом (250мл/т), де перевищення відносно контролю складало в середньому на 1,07-1,45 мкМоль/г сирової речовини за 1хв. Ймовірно, значна

активізація GST є реакцією не тільки на забезпечення детоксикаційних процесів у рослинах, рівень яких визначається видом і нормою діючої речовини гербіциду, а й відповіддю на дію екзогенних рiстрегулюючих речовин. Так, у варіантах з самостійним використанням Піку у нормах 10; 15; 20; 25 г/га активність GST в листках соризу на третю добу проведення облікiв була вищою у порiвнянні з контролем на 0,53; 0,82; 0,88 і 0,25 мкМоль/г сирiї речовини за 1хв, на п'яту — на 0,58; 0,73; 0,78 0,11 мкМоль/г сирiї речовини за 1хв . Варіанти ж з внесенням Піку у вищезгаданих нормах на фоні обробки насіння перед сiвбою Регоплантом (250мл/т) забезпечили перевищення активності GST відносно контролю в середньому на 0,65 — 1,15 мкМоль/г сирiї речовини за 1хв на третю добу, та на 0,21-0,80 — на п'яту.

Зниження активності GST на п'яту добу, в порiвнянні з третьою, простежували у варіантах застосування Піку (10-25г/га) в сумiші з PPP Регоплант по фоні обробки насіння перед сiвбою цим же PPP, що може бути свiдченням стабілізації обмінних процесiв у рослинах на фоні комплексного застосування PPP [3].

**Висновки і перспективи.** Застосування в посiвах соризу гербіциду Пік 75 WG і PPP Регоплант накладає iстотний вiдбиток на проходження лiпопероксидаційних та ферментативних процесiв у рослинах. Разом з тим оптимальні умови для подолання окиснювального стресу рослинами соризу створюються за використання гербіциду Пік 75 WG у нормах 10-25 г/га в комплексі з PPP Регоплант (50мл/га – внесення по сходах, 250 мл/т – обробка посiвного матерiалу), де зниження рiвня лiпопероксидаційних процесiв у вiдношенні до варіантiв самостiйного застосування гербіциду складало – до 20%, а пiдвищення активності GST – до 32%.

## Література

1. Мордерер Е. Ю. Избирательная фитотоксичность гербицидов. К.: Логос, 2001. 240 с.
2. Паланиця М.П., Трач В. В., Мордерер Є.Ю. Генерування активних форм кисню за дії грамініцидів і модифікаторів їх активності. *Физиология и биохимия культурн. растений*. 2009. №4. С. 328-334.
3. Карпенко В. П., Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М., Полторецький С. П., Мостов'як І. І., Фоменко О. О. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин; за ред. В. П. Карпенка. Умань: Сочінський. 2012. 357 с.
4. Бараненко В. В. Супероксиддисмутаза в клетках растений. *Цитология*. 2006. Т. 48. № 6. С. 465–474.
5. Таран Н.Ю., Оканенко О.А., Бацманова Л.М. [та ін.]. Вторинний оксидний стрес як елемент загальної адаптивної відповіді рослин на дію несприятливих факторів довкілля. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2004. Т. 36. № 1. С. 3–13.
6. Scarponi L., Quagliarini E., Del Buono D. Induction of wheat and maize glutathione S-transferase by some herbicide safeners and their effect on enzyme activity against butachlor and terbuthylazine. *Pest. Manag. Sci.* 2006. V. 62. P. 927–932.
7. Nemat Ala M. M., Badawi A. H. M., Hassan N. M. et al. Herbicide tolerance in maize is related to increased level of glutathione and glutathione associated enzymes. *Acta Physiol. Plant.* 2008. V. 30. P. 371–379.
8. Deng F., Hatzios K. K.. Purification and characterization of two glutathione S-transferase isozymes from indica type rice involved in herbicide detoxification. *Pest. Biochem Physiol.* 2002. V. 72 (1). P. 10–23.
9. Хромих Н.О. Зміни активності антиоксидантних ферментів у листках оброблених гербіцидами рослин амброзії полинолістої. *Фізіологія рослин : проблеми та перспективи розвитку*. К. : Логос, 2009. Т. 1. С. 73 – 77.
10. Лукаткин А. С. Окислительный стресс как универсальное звено действия неблагоприятных факторов среды на растительный организм. *Современная физиология растений: от молекул до экосистем* Мат. Межд. конф. (Сыктывкар, 18–24 июня 2007 г.). Сыктывкар, 2007. Ч.2. С. 28–30.
11. Терек О., та ін. Інтенсивність перекисного окиснення ліпідів у паростках сої під дією емістиму с в умовах токсичного впливу іонів свинцю та кадмію. *Вісник Львівського університету*. Серія біологічна. 2004. Вип. 37. С. 218-221.
12. Рахматуллина С.Р., Федяев В.В., Талипов Р.Ф. и др. Влияние препарата рифтал на морфофизиологические параметры проростков пшеницы при нормальном и дефицитном минеральном питании. *Агрехимия*. 2007. № 5. С. 42–48.

13. Гришко В.М., Демура Т.А. Вплив регуляторів росту на стійкість проростків кукурудзи, розвиток процесів пероксидного окиснення ліпідів і вміст аскорбінової кислоти за сумісної дії кадмію і нікелю. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2009. Т. 41. № 4. С. 335 – 343.
14. Карпенко В.П. Інтенсивність процесів ліпопероксидації та стан антиоксидантних систем захисту ячменю ярого за дії гербіциду Гранстар 75 і регулятора росту рослин Емістим С. *Зб. наук. праць Уманського ДАУ*. Умань, 2009. Вип. 72. Ч.1. С. 30–39.
15. Авраменко С., Попов С., Цехмейструк М. Біостимулятори на озимій пшениці. *Агробізнес сьогодні*. № 7. 2012. С. 24–26.
16. Журбицкий З. И. Теория и практика вегетационного метода: Наука, 1968. 268 с.
17. Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. М. Наука, 1972. 273с.
18. Рогожин В. В. Практикум по биологической химии: Издательство «Лань», 2006. С. 132-134.
19. Habig W.H., Pabst M.J., Jacoby W.B. Glutathione-S-transferases. The first enzymes step mercapturic acid formation. *J.Biol. Chem.* 1974. V. 249. Issue 22. P. 7130 – 7139.
20. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Павлишин С. В. Активність Глутатіон-S-трансферази та перебіг реакцій пероксидного окиснення ліпідів у листках пшениці полби звичайної за дії гербіциду та регулятору росту рослин. *Таврійський науковий вісник*. 2018. №102. С. 40–45.
21. Деева, В. П. Регуляторы роста растений: механизмы действия и использование в агротехнологиях. Минск: Белорус. наука, 2008. 133 с.

## Reference

1. Morderer E. Yu. Yzbyratelnaia fytotoksychnost herbytsydov. K.: Lohos, 2001. 240 s.
2. Palanytsia M.P., Trach V. V., Morderer Ye.Yu. Heneruvannia aktyvnykh form kysniu za dii hraminitsydiv i modyfikatoriv yikh aktyvnosti. Fyzyolohyia y byokhymyia kulturn. rastenyi. 2009. №4. S. 328-334.
3. Karpenko V. P., Hrytsaienko Z. M., Prytuliak R. M., Poltoretskyi S. P., Mostov'iak I. I., Fomenko O. O. Biolohichni osnovy intehrovanoi dii herbitysydiv i rehuliatoriv rostu roslyn; za red. V. P. Karpenka. Uman: Sochinskyi. 2012. 357 s.
4. Baranenko V. V. Superoksyddysmutaza v kletkakh rastenyi. Tsytolohyia. 2006. T. 48. № 6. S. 465–474.
5. Taran N.Yu., Okanenko O.A., Batsmanova L.M. [ta in.]. Vtorynni oksydnyi stres yak element zahalnoi adaptyvnoi vidpovidi roslyn na diiu nespriatlyvykh faktoriv dovkillia. Fyzyolohyia y byokhymyia kulturnykh rastenyi. 2004. T. 36. № 1. S. 3–13.
6. Scarponi L., Quagliarini E., Del Buono D.. Induction of wheat and maize glutathione S-transferase by some herbicide safeners and their effect on enzyme activity against butachlor and terbuthylazine. Pest. Manag. Sci. 2006. V. 62. P. 927–932.
7. Nemat Ala M. M., Badawi A.-H. M., Hassan N. M. et al. Herbicide tolerance in maize is related to increased level of glutathione and glutathioneassociated enzymes . Acta Physiol. Plant. 2008. V. 30. P. 371–379.
8. Deng F., Hatzios K. K. Purification and characterization of two glutathione S-transferase isozymes from indicatype rice involved in herbicide detoxification. Pest. Biochem Physiol. 2002. V. 72 (1). P. 10–23.
9. Khromykh N.O. Zminy aktyvnosti antyoksydantnykh fermentiv u lystkakh obroblenykh herbitysydamy roslyn ambrozii polynolystoi. Fiziolohiia roslyn : problemy ta perspektyvy rozvytku. K. : Lohos, 2009. T. 1. S. 73 – 77.
10. Lukatkyn A. S. Okyslytelnyi stress kak unyversalnoe zveno deistviia neblahopryiatnykh faktorov sredy na rastytelnyi orhanizm. Sovremennaia fyzyolohyia rastenyi: ot molekul do ekosystem Mat. Mezhd. konf. (Syktyvkar, 18–24 yunია 2007 h.). Syktyvkar, 2007. Ch.2. S. 28–30.
11. Terek O., ta in. Intensyvniat perekysnoho okysnennia lipidiv u parostkakh soi pid diieiu emistymu s v umovakh toksychnoho vplyvu ioniv svyntsiu ta kadmiu. Visnyk Lvivskoho universytetu. Serii biolohichna. 2004. Vyp. 37. S. 218-221.
12. Rakhmatullyna S.R., Fediaev V.V., Talypov R.F. y dr. Vlyiane preparata ryftal na morfofyzyolohycheskye parametry prorostrkov pshenytsy pry normalnom y defytsytnom myneralnom pytanyu. Ahrokhymyia. 2007. № 5. S. 42–48.
13. Hryshko V.M., Demura T.A. Vplyv rehuliatoriv rostu na stiikist prorostrkiv kukurudzy, rozvytok protsesiv peroksydnoho okysnennia lipidiv i vmist askorbinovoi kysloty za sumisnoi dii kadmiu i nikeliu. Fyzyolohyia y byokhymyia kulturnykh rastenyi. 2009. T. 41.№ 4. S. 335 – 343.

14. Karpenko V.P. Intensyvnist protsesiv lipoperoksydatsii ta stan antyoksydantnykh system zakhystu yachmenu yarohto za dii herbitsydu Hranstar 75 i rehuliatora rostu roslyn Emistym S. Zb. nauk. prats Umanskoho DAU. Uman, 2009. Vyp. 72. Ch.1. S. 30–39.
15. Avramenko S., Popov S., Tsekhmeistruk M. Biostymuliatory na ozymii pshenytsi. Ahrobiznes sohodni. № 7. 2012. S. 24–26.
16. Zhurbytskyi Z. Y. Teoryia y praktyka vehetatsyonnoho metoda: Nauka, 1968. 268 s.
17. Vladymyrov Yu.A., Archakov A.Y. Perekysnoe okyslenye lypidov v byolohycheskykh membranakh. M. Nauka, 1972. 273s.
18. Rohozhyn V. V. Praktykum po byolohycheskoi khymyy: Yzdatelstko «Lan», 2006. S. 132-134.
19. Habig W.H., Pabst M.J., Jacoby W.B.. Glutathione-S-transferases. The first enzymes step mercapturic acid formaticon. J.Biol. Chem.1974. V. 249. Issue 22. P. 7130 – 7139.
20. Karpenko V. P., Prytuliak R. M., Pavlyshyn S. V. Aktyvnist Hlutation-S-transferazy ta perebih reaktsii perokysnoho okysnennia lipidiv u lystkakh pshenytsi polby zvychainoi za dii herbitsydu ta rehuliatoru rostu roslyn. Tavriiskyi naukovyi visnyk. 2018. №102. S. 40–45.
21. Deeva, V. P. Rehuliatory rosta rastenyi: mekhanyzmy deistvyia y yspolzovanye v ahrotekhnolohyiakh. Mynsk: Belorus. nauka, 2008. 133 s.

## **ЛИПОПЕРОКСИДАЦИОННЫЕ И ФЕРМЕНТАТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ В РАСТЕНИЯХ СОРИЗА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЕРБИЦИДА И РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ.**

**Карпенко В.П., доктор сельскохозяйственных наук, профессор**

**Шутко С.С., аспирант**

**Аннотация.** Гербициды, как физиологически активные вещества, способны влиять на обмен веществ в растениях, в том числе и на прохождение липопероксидационных и ферментативных процессов.

В статье приведены результаты исследований по изучению влияния биологически активных веществ (гербицида и регулятора роста растений) на прохождение перекисного окисления липидов и ферментативную активность в растениях сориза. Целью исследования было изучение влияния различных норм гербицида Пик 75 WG (10, 15, 20, 25 г / га) при различных способах использования регулятора роста растений Регоплант (обработка посевного материала (250 мл / т) и посевов (50 мл / га)) на прохождение липопероксидационных и ферментативных процессов в растениях сориза.

Объектами исследования выступали растения сориза (*Sorghum oryzooidum*) сорта Титан, гербицид Пик 75 WG и регулятор роста растений Регоплант. Растения сориза выращивали с соблюдением требований вегетационного метода. Анализы в опытах выполняли на третьи и пятые сутки после опрыскивания растений исследуемыми препаратами.

Результаты исследований показали, что внесение гербицида как отдельно, так и в комплексе с регулятором роста растений, значительно влияло на ход реакций перекисного окисления липидов в растениях сориза.

Самый низкий уровень перекисного окисления липидов наблюдался в вариантах опыта с комплексным использованием гербицида и регулятора роста растений (обработка посевного материала и внесение по всходах). В частности, в данных вариантах опыта содержание малонового диальдегида был ниже на 15-20%, чем в вариантах с использованием гербицида. Активность глутатион-S-трансферазы в листьях сориза была самой высокой в вариантах опыта с совместным применением гербицида Пик 75 WG (10-25 г / га) и PPP Регоплант (50 мл / га) по фону предпосевной обработки семян Регоплантом (250 мл / т),

Установлено, что при внесении баковой смеси гербицида Пик 75 WG (15-20 г/га) в комплексе с регулятором роста растений Регоплант (50 мл / га) на фоне предпосевной обработки семян Регоплантом (250 мл/т), в растениях сориза достигается снижение интенсивности прохождение липопероксидационных процессов при одновременном росте ферментативной активности.

**Ключевые слова:** перекисное окисление липидов, глутатион-S-трансфераза, гербицид, регулятор роста растений, сориз.

# **LIPOPEROXIDATION AND ENZYMATIVE PROCESSES IN SORGHUM PLANTS UNDER USING OF HERBICIDE AND PLANT GROWTH REGULATOR**

**Karpenko V. P. Doctor of Agricultural Sciences, professor  
Shutko S.S. graduate student**

**Abstract.** *Herbicides, as physiologically active substances, can influence the metabolism in plants, including lipoperoxidation and enzymative processes.*

*The article presents the results of studies on the influence of biologically active substances (herbicide and plant growth regulator) on passing of lipid peroxidation oxidation and enzymative activity in Sorghum plants.*

*The purpose of the research was to study the effects of various norms of Peak 75 WG herbicide (10; 15; 20; 25 g/ha) under different ways of using of Regoplant plant growth regulator (treatment of sowing material (250 ml/ton) and crops (50 ml/ha)) on the course of lipoperoxidation and enzymative processes in Sorghum plants.*

*The objects of the study were Sorghum (*Sorghum oryroidum*) of Tytan variety, Peak 75 W.G. herbicide and Regaplant plant growth regulator. Sorghum plants were grown in accordance with the requirements of the vegetative method. Analysis in the experiments were performed on the third and fifth day after spraying the plants with studied preparations.*

*The results of studies showed that herbicide application, both individually and in combination with plant growth regulator, significantly influenced the reaction of lipoperoxidation in Sorghum plants. The lowest level of lipoperoxidation was observed in the experiments with complex use of herbicide and plant growth regulator (treatment of seed material and application on crops). In particular, the content of malondialdehyde was lower by 15-20% in these experimental variants than in herbicide-based variants. The activity of glutathione-s-transferase in Sorghum leaves was highest in the variants of the experiment with combined application of Peak 75 WG Herbicide (10-25 g/ha) and Regoplant plant growth regulator (50 ml/ha) under pre-sowing treatment of seeds by Regoplant (250 ml/t)*

*It was found that reducing in intensity of passing of lipoperoxidation processes under simultaneous increasing of enzymative activity was reached under introducing a mixture of Peak 75 WG herbicide (15-20 g/ha) in combination with Regoplant plant growth regulator (50 ml/ha) while pre-sowing treatment of seeds by Regoplant (250 ml/t).*

**Keywords:** *lipoperoxidation, glutathione-s-transferase, herbicide, plant growth regulator, Sorghum.*