

УДК 581.132:632.954:633.15

АЗОТФІКСУВАЛЬНА АКТИВНІСТЬ СОЇ ЗА СУМІСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДІВ І МІКРОДОБРІВ

Гуральчук Ж.З., Сорокіна С.І., Родзевич О.П., Мордерер Є.Ю.

*Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України, Київ, Україна
Email: azhanna@ukr.net*

Вивчали азотфіксувальну активність сої за сумісного застосування гербіцидів і мікродобрив. Безпосередньо після застосування бакової суміші гербіцидів хармоні і пульсар з добривами нутривант плюс олійний і реаком-СР-бобові спостерігалось короткочасне пригнічення азотфіксувальної активності сої. Однак у подальшому мікродобрива позитивно впливали на утворення бульбочок, їх масу й азотфіксувальну активність. Більш ефективним у відновленні азотфіксувальної активності було мікродобриво нутривант плюс олійний у дозі 2 кг/га.

Ключові слова: мікродобрива, гербіциди, соя.

ВСТУП

Соя є цінною харчовою, кормовою та технічною культурою, площі посівів якої у світі і, зокрема, в Україні, стрімко розширюються. Водночас ця культура є дуже чутливою до забур'янення. Висока забур'яненість посівів призводить до значних втрат урожаю, які можуть сягати навіть 50-60 % [1]. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває боротьба із забур'яненістю посівів, і зокрема підвищення селективності дії гербіцидів щодо сої для зменшення їх фітотоксичного ефекту на культуру, оскільки поряд зі знищенням бур'янів може спостерігатись негативний вплив гербіцидів на рослини даної культури. Попередніми дослідженнями було встановлено, що за ефективністю контролювання бур'янів та селективністю щодо сої оптимальним є застосування суміші гербіцидів пульсар та хармоні [2]. Однак повністю виключити вірогідність негативного впливу гербіцидів на сою не вдалось. Окрім захисту від бур'янів, важливим є оптимальне забезпечення рослин сої усіма елементами живлення, і зокрема мікроелементами, які є необхідними для нормального перебігу багатьох фізіологічних процесів [3-9]. Разом з тим, на сьогодні спостерігається значний дефіцит у ґрунтах рухомих форм мікроелементів (В, Сu, Zn, Mn, Со, Мо) [10-12]. Це може призводити до зниження врожайності та погіршення якості продукції, а також негативно діяти на активність корисної ґрунтової мікрофлори, зокрема на фіксацію азоту з атмосфери [13]. Окремі елементи мінерального живлення можуть вплинути на вибірну фітотоксичність гербіцидів. У зв'язку з цим метою роботи було дослідження селективності суміші гербіцидів пульсар та хармоні щодо рослин сої при комплексному застосуванні з мікродобривами.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Вивчення впливу гербіцидів і добрив на рослини сої проводили в умовах вегетаційного дослідження. Рослини сої сорту Васильківська вирощували на вегетаційному майданчику Інституту фізіології рослин і генетики НАН України у посудинах місткістю 8 кг ґрунту. Насіння перед посівом стерилізували 70 %-ним

етанолом, промивали водою та інокулювали бульбочковими бактеріями *Bradyrhizobium japonicum* (штам 6346). У ґрунт вносили макроелементи за Гельрігелем, азот – у кількості 0,25 його норми у поживній суміші. Повторність досліду – п'ятиразова. Рослини у фазі другого справжнього листка обробляли сумішшю гербіцидів окремо або з додаванням до неї добрив нутривант плюс олійний та реаком-СР-бобові.

Схема досліду включала такі варіанти:

№	Варіант	Норма внесення
1	Контроль	
2	Хармоні + пульсар	3 г/га + 0,5 л/га
3	Нутривант плюс олійний	2 кг/га
4	Нутривант плюс олійний	3 кг/га
5	Реаком-СР-бобові	2 л/га
6	Реаком-СР-бобові	4 л/га
7	Хармоні + пульсар + нутривант плюс олійний	3 г/га + 0,5 л/га + 2 кг/га
8	Хармоні + пульсар + нутривант плюс олійний	3 г/га + 0,5 л/га + 3 кг/га
9	Хармоні + пульсар + реаком-СР-бобові	3 г/га + 0,5 л/га + 2 л/га
10	Хармоні + пульсар + реаком-СР-бобові	3 г/га + 0,5 л/га + 4 л/га

У досліді використовували гербіцидні препарати пульсар 40 – водний розчин (імазамокс, 40 г/л) виробництва компанії BASF і хармоні 75 – водорозчинні гранули (тифенсульфуронметил, 750 г/кг виробництва компанії «Дюпон»). Нутривант плюс олійний – водорозчинне комплексне добриво для позакореневого підживлення сої та інших олійних культур виробництва міжнародного концерну “ICL Fertilizers”. До його складу входять P_2O_5 – 20 %, K_2O – 33 %, MgO – 1 %, S – 7,5 %, В – 1,5 %, Мо – 0,001 %, Zn – 0,02 %, Mn – 0,5 % та прилипач фертивант. Добриво для бобових реаком-СР-бобові вітчизняного виробництва містить (г/л): $P_2O_5 \geq 45$, $K_2O \geq 60$, S ≥ 7 , Zn – 6-8, Cu – 3-7, В – 5-9, Mn – 8-15, Мо – 4-8, Co – 0,6-3, Fe – 10.

Протягом вегетації проводили біометричні спостереження. У фазі цвітіння-початку утворення бобів визначали азотфіксувальну активність ацетиленовим методом [14], модифікованим у відділі симбіотичної азотфіксації Інституту фізіології рослин і генетики НАН України [15], а також кількість і масу бульбочок на коренях сої. Повторність досліду – чотириразова. Отримані результати оброблено статистично методом дисперсійного аналізу [16].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Визначення питомої азотфіксувальної активності корневих бульбочок на 13-й день після обробки показало, що гербіциди хармоні і пульсар не впливали на її величину (рис. 1). Застосування добрив разом з гербіцидами призводило до пригнічення питомої азотфіксувальної активності, тоді як окреме їх внесення, без гербіцидів, загалом не впливало на цей показник.

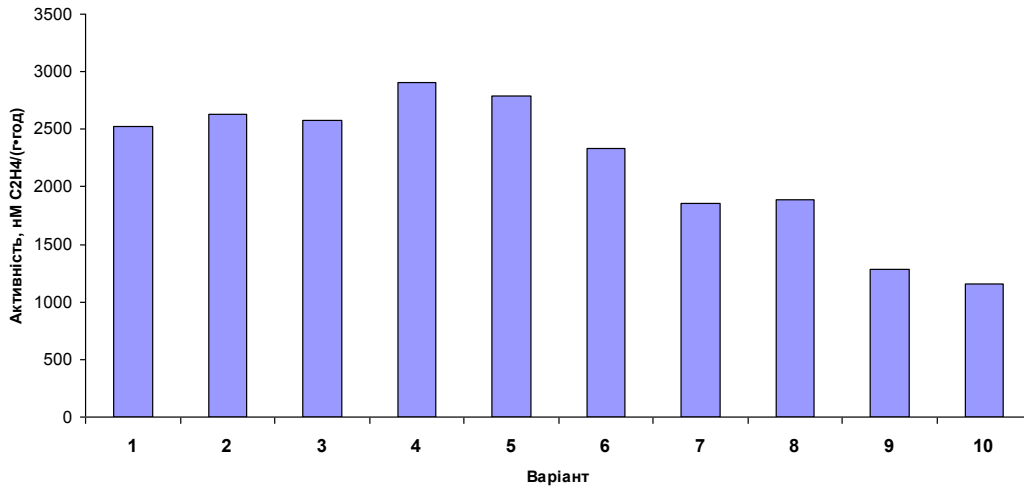


Рис. 1. Вплив гербіцидів і добрив на питому азотфіксувальну активність корневих бульбочок сої. Вегетаційний дослід, фаза початок цвітіння (13-й день після обробки). Варіанти – див. схему досліді. Стандартне відхилення від наведених середніх значень не перевищувало 10 %.

Пригнічення азотфіксувальної активності за внесення добрив разом з гербіцидами було тимчасовим. Уже на 26-й день після обробки їх дія була протилежною. Питома азотфіксувальна активність корневих бульбочок сої за обробки гербіцидами хармоні 3 г/га і пульсар 0,5 л/га виявляла тенденцію до зменшення, однак це зменшення знаходилося в межах похибки досліді (рис. 2). За внесення разом з даними гербіцидами добрива нутривант плюс олійний у дозі 2 кг/га спостерігалось підвищення питомої азотфіксувальної активності у 2,2 рази порівняно з варіантом з обробкою одними лише гербіцидами. На фоні гербіцидів дія добрива реаком-СР-бобові на цей показник була менш вираженою – на рівні тенденції до підвищення активності. За окремого застосування добрив вирізняється позитивний вплив на питому азотфіксувальну активність корневих бульбочок сої добрива реаком-СР-бобові в дозі 2 л/га. За його дії величина даного показника була найбільшою серед усіх варіантів, де гербіциди не застосовували.

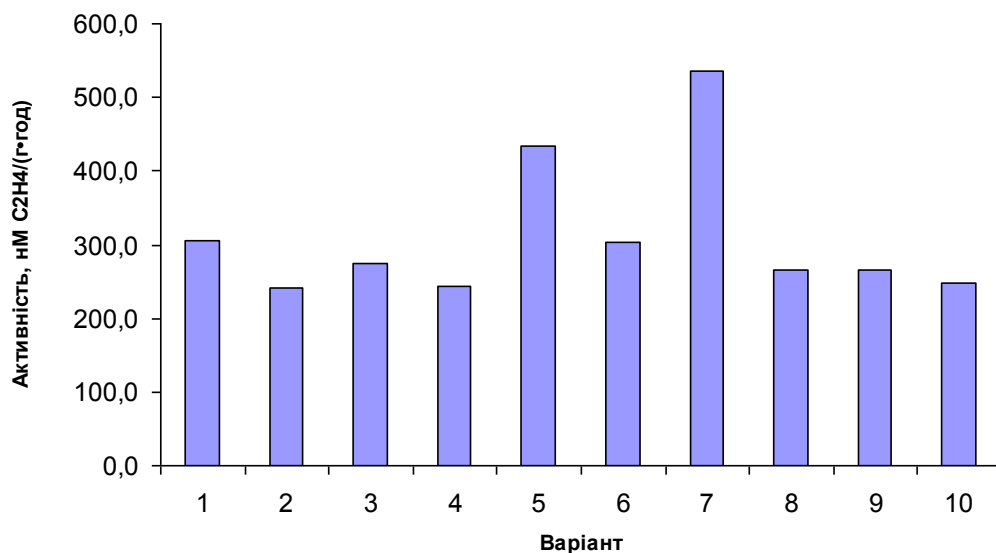


Рис. 2. Питома азотфіксувальна активність корневих бульбочок сої за дії гербіцидів і добрив. Фаза цвітіння-початок утворення бобів (26-й день після обробки). Варіанти – див. схему дослідю. Стандартне відхилення від наведених середніх значень не перевищувало 10 %.

На 26-й день після обробки гербіцидами кількість бульбочок збільшилася порівняно з контролем на 31 % (рис. 3). Приблизно на такому ж рівні знаходився даний показник і за обробки контрольного варіанта (без гербіцидів) добривами нутривант плюс олійний незалежно від дози його застосування і реаком-СР-бобові у дозі 2 л/га. Обробка рослин добривами нутривант плюс олійний і реаком-СР-бобові у нижчих дозах у бакових сумішах з гербіцидами призвела до подальшого збільшення кількості бульбочок на рослинах сої, відповідно, на 28 і 24 % порівняно з внесенням гербіцидів без добрив. За сумісної обробки з гербіцидами добривом нутривант плюс олійний у вищій дозі (3 кг/га) число бульбочок знаходилось на рівні варіанту з обробкою одними лише гербіцидами, а за сумісного застосування реаком-СР-бобові у вищій дозі (4 л/га) їх кількість не відрізнялась від контролю. Результати дослідю свідчать про позитивний вплив на кількість бульбочок застосованих спільно з гербіцидами добрив нутривант плюс олійний і реаком-СР-бобові у нижчих дозах. Внесені без гербіцидів, добрива нутривант плюс олійний в обох дозах і реаком-СР-бобові в дозі 2 л/га також збільшували утворення бульбочок на коренях сої.

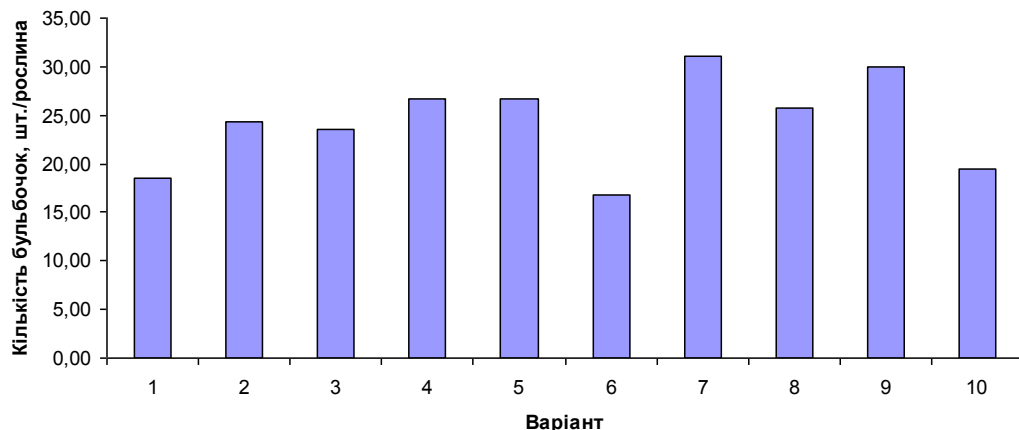


Рис. 3. Вплив гербіцидів і добрив на кількість бульбочок, що сформувались на коренях рослин сої. Фаза цвітіння-початок утворення бобів (26-й день після обробки). Варіанти – див. схему досліджу. Стандартне відхилення від наведених середніх значень не перевищувало 10 %.

У варіанті з застосуванням гербіцидів майже на третину збільшилась маса бульбочок (рис. 4). Подальше зростання їх маси - відповідно на 15 і 21 % спостерігалось за сумісної обробки рослин гербіцидами з добривами нутривант плюс олійний і реаком-СР-бобові у нижчих дозах. За застосування добрива реаком-СР-бобові у вищій дозі на фоні гербіцидів також показано тенденцію до зростання маси бульбочок з рослини майже на 10 %. Зважаючи на невелику кількість бульбочок у цьому варіанті, слід зазначити, що вони формувались більшими, ніж в інших варіантах. Без внесення гербіцидів добрива нутривант плюс олійний в обох дозах і реаком-СР-бобові в дозі 2 л/га чинили позитивний вплив на масу бульбочок на коренях рослин сої.

Таким чином, застосовані разом з гербіцидами хармоні 3 г/га і пульсар 0,5 л/га добрива нутривант плюс олійний і реаком-СР-бобові у дозах відповідно 2 кг/га і 2 л/га на 26-й день після обробки позитивно впливали на формування симбіотичного апарату, сприяючи збільшенню кількості та маси бульбочок на коренях сої. Застосування гербіцидів хармоні 3 г/га і пульсар 0,5 л/га не впливало на азотфіксувальну активність сої. В результаті внесення добрив нутривант плюс олійний і реаком-СР-бобові у нижчих дозах, у ранні строки після обробки ними рослин у бакових сумішах з гербіцидами виявлено тенденцію до зниження азотфіксувальної активності, а в більш пізні строки, навпаки, її зростання. Особливо велике збільшення азотфіксувальної активності відбувалось за спільного

застосування з гербіцидами добрива нутривант плюс олійний в дозі 2 кг/га. На фоні відсутності гербіцидів ефективнішим було добриво реаком-СР-бобові, яке в дозі 2 л/га підвищувало азотфіксувальну активність порівняно з контрольними рослинами.

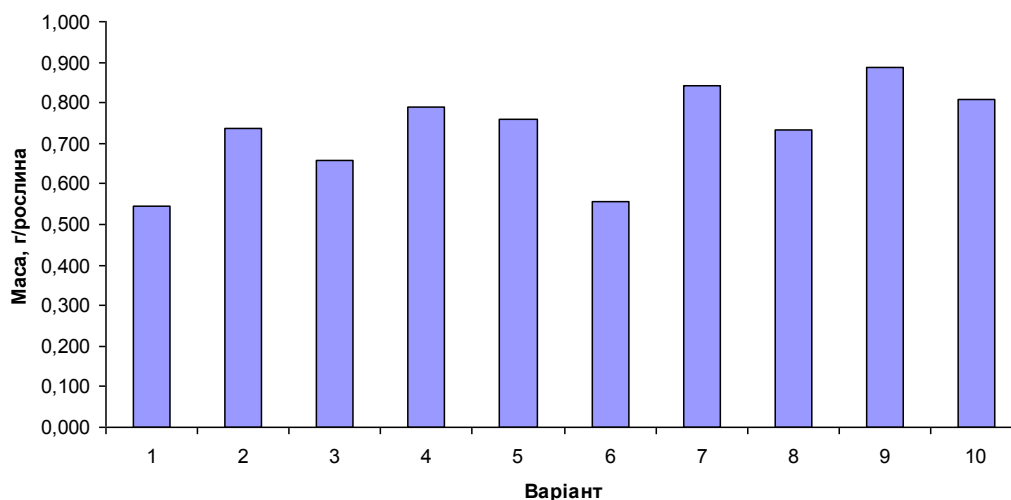


Рис. 4. Дія гербіцидів і добрив на масу бульбочок, що утворились на коренях рослин сої. Фаза цвітіння-початок утворення бобів (26-й день після обробки). Варіанти – див. схему дослідю. Стандартне відхилення від наведених середніх значень не перевищувало 10 %.

Добриво нутривант плюс олійний містить на порядок більше сірки порівняно з реаком-СР-бобові. Сірковмісні сполуки можуть відігравати важливу роль у детоксикації гербіцидів. Разом з тим, останнім часом у результаті дії низки чинників, що включають, зокрема, зниження забруднення атмосфери промисловими газами, зменшення вмісту сірки в паливі, використання добрив, які практично не містять сірки [17], а також у зв'язку зі значним виносом цього елемента високопродуктивними сортами рослин та інтенсивним веденням сільського господарства і меншим використанням сірковмісних пестицидів, сірка у багатьох регіонах стає одним із головних лімітуючих чинників у рослинництві [18].

Дефіцит сірки сприяє затримці росту і хлорозу рослин та значно зменшує продуктивність сільськогосподарських культур. Рослина утилізує сульфат для синтезу різних органічних сполук. Так, сірка входить до складу деяких амінокислот (цистеїну і метіоніну), олігопептидів (глутатіону і фітохелатинів), вітамінів і кофакторів (біотину, тіаміну, СоА, S-аденозил-метіоніну) та різних сполук вторинного походження, зокрема глюкозинолатів, тощо [19]. Сульфгідрильна група цистеїну у білках забезпечує підтримання структури білків через формування дисульфідних зв'язків між двома цистеїновими залишками. Тіольні групи цистеїну та глутатіону часто беруть участь у окиснювально-відновлювальному циклі, що має

важливе значення для послаблення оксидативного стресу у рослин та багатьох інших організмів.

Деякі сполуки, що містять тиольні групи, зокрема глутатіон, відіграють значну роль у детоксикації ксенобіотиків, і в першу чергу гербіцидів [20-22]. Функціонування цього механізму потребує наявності в рослинах високоактивної глутатіон-S-трансферази або здатності до її активації за дії токсикантів [23]. Вважають, що глутатіон-S-трансферази каталізують кон'югацію токсичних речовин з глутатіоном із утворенням нетоксичних похідних пептиду, які компартментуються у вакуолі. Тож в наших експериментах більш виражений позитивний вплив добрива нутривант плюс олійний на фоні гербіцидного навантаження, можливо, частково пов'язаний з наявністю більшої кількості сірки у його складі.

ВИСНОВОК

Безпосередньо після застосування бакових сумішей гербіцидів пульсар та хармоні з добривами нутривант плюс олійний і реаком-СР-бобові спостерігалось короткочасне пригнічення азотфіксувальної активності сої. Однак у подальшому мікродобрива позитивно впливали на утворення бульбочок, їх масу й азотфіксувальну активність. За впливом на формування симбіотичного апарату й азотфіксувальну активність при сумісному застосуванні з гербіцидами більш ефективним виявилось мікродобриво нутривант плюс олійний у дозі 2 кг/га.

Список літератури

1. Первачук М.В. Щкодочинність бур'янів та заходи захисту сої від них в Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с-г. наук : спец. 06.01.13 « Гербологія » / М.В. Первачук. – К.: 2003. – 21 с.
2. Сорокіна С.І. Ефективність контролювання бур'янів і селективність щодо рослин сої за комплексного застосування гербіцидів імазамоксу та тифенсульфуронметилу / С.І. Сорокіна, О.П. Родзевич, Є.Ю. Мордерер // Физиология и биохимия культ. растений. – 2012. – Т. 44, № 4. – С. 336-346.
3. Власюк П.А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений / Власюк П.А. – К.: Наук. думка, 1969. – 516 с.
4. Ярошенко П.В. Влияние микроэлементов на углеводный, белковый и нуклеиновый обмен у пшеницы, овса и ячменя / Ярошенко П.В. // Биологическая роль микроэлементов и их применение. – Л.: 1970. – 388 с.
5. Жизневская Г.Я. Медь, молибден и железо в азотном обмене бобовых растений / Жизневская Г.Я. – М.: Наука, 1972. – 336 с.
6. Ивченко В.И. Физиологическое значение молибдена для растений : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора биол. наук : спец. 03.00.12 « Физиология растений » / В.И. Ивченко. – Киев, 1973. – 35 с.
7. Микроэлементы: поступление, транспорт и физиологические функции в растениях / [Э.В. Рудакова, К.Д. Каракис, Т.Н. Сидоршина и др.] ; под ред. Л.К. Островской. – К.: Наук. думка, 1988. – 184 с.
8. Коць С.Я. Мінеральні елементи і добрива у живленні рослин / С.Я. Коць, Н.В. Петерсон. – К.: Логос, 2005. – 150 с.

9. Yu Min. Influences of Mo on nitrate reductase, glutamine synthetase and nitrogen accumulation and utilization in Mo-efficient and Mo-inefficient winter wheat cultivars / Yu Min, Ch. Hu, X. Sun, Y. Wang // *Agric. Sci. China.* – 2010. – Vol. 9, N 3. – P. 355-361.
10. Адаменко С.М. Вплив позакорневих підживлень нутривантами плюсTM на продуктивність пшениці озимої та буряків цукрових / Адаменко С.М., Машинник С.В., Гончар С.Г. // *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку: збірник наукових праць / НАН України, Інститут фізіології рослин і генетики, Укр. т-во фізіологів рослин; голов. ред. В.В. Моргун. Т.1 – К.: Логос, 2009. – С. 325-331.*
11. Машинник О.О. Вплив добрив на мікроелементний баланс ґрунту / О.О. Машинник // *Агрохімія і ґрунтознавство / Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Спец. випуск до VIII з'їзду УТГА (Житомир, 5-9 липня 2010 р.). Книга 3. – Харків: ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського», 2010. – С. 271-273.*
12. Пузняк О.М. Різні види добрив та надходження елементів живлення у рослинницьку продукцію на дерново-підзолистих ґрунтах зони західного Полісся / О.М. Пузняк, О.Я. Пузняк // *Агрохімія і ґрунтознавство / Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Спец. випуск до VIII з'їзду УТГА (Житомир, 5-9 липня 2010 р.). Книга 3. – Харків: ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського», 2010. – С. 279-280.*
13. Биологическая фиксация азота: бобово-ризобиальный симбиоз: монография в 4-х т. / т. 1 / С.Я. Коць, В.В. Моргун, В.Ф. Патыка и др. – К.: Логос, 2010. – 508 с.
14. Hardy R.W.F. The acetylene-ethylene assay for N₂ fixation: laboratory and field evaluation / R.W.F. Hardy, R.D. Holsten, E.K. Jackson, R.C. Burns // *Plant Physiol.* – 1968. – Vol. 43, N 8. – P. 1185-1207.
15. Крикунець В.М. Ацетиленвідновлювальний метод у дослідженнях фізіології бобово-ризобіального симбіозу / В.М. Крикунець // *Фізіологія і біохімія культ. рослин.* – 1993. – 5, № 2. – С. 419-430.
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Доспехов Б.А. – М.: Наука, 1985. – 315 с.
17. Schnug E. Aspects of ecotoxicology of sulphur in the Harz region – a guided excursion / E. Schnug, W.H.O. Ernst, S. Kraztz, F. Knolle, S. Haneklaus // *Landbauforschung Voelkenrode.* – 2004. – 54. – P. 129-143.
18. Lewandowska M. A contribution to identification of novel regulators of plant response to sulfur deficiency: characteristics of a tobacco gene UP9C, its protein product and the effects of UP9Csilencing / M. Lewandowska, A. Wawrzynska, G. Moniuszko, J. Lukomska, K. Zientara, M. Piecho, P. Hodurek, I. Zhukov, F. Liszewska, V. Nikiforova, A. Sirko // *Molec. Plant.* – 2010. – Vol. 3, N 2. – P. 347-360.
19. Saito K. Sulfur assimilatory metabolism. The long and smelling road / K. Saito // *Plant Physiol.* – 2004. – 136. – P. 2443-2450.
20. Asada K. The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygen and dissipation of excess photons / K. Asada // *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* – 1999. – 50. – P. 601-639.
21. Neufeind T. Plant glutathione S-transferases and herbicide de-toxification / T. Neufeind, P. Reinemer, B. Bieseler // *Biol. Chem.* – 1997. – Vol. 378. – P. 199-205.
22. Noctor G. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygene under control / G. Noctor, C. Foyer // *Annu. Rev. Plant Physiol. Mol. Biol.* – 1998. – 49. – P. 249-279.
23. Gronwald J. W. Isolation and characterization of glutathione S-transferase isozymes from sorghum / J. W. Gronwald, K. L. Plaisance // *Plant Physiol.* 1998. – Vol. 117. – P. 677-692.

Гуральчук Ж.З. Азотфиксирующая активность сои при совместном применении гербицидов и микроудобрений / Ж.З. Гуральчук, С.И.Сорокина, Е.П. Родзевич, Е.Ю. Мордерер // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2012. – Т. 25 (64), № 4. – С.

Изучали азотфиксирующую активность сои при совместном применении гербицидов и микроудобрений. Непосредственно после применения баковой смеси гербицидов хармони и пульсар с удобрениями нутривант плюс масличный и реком-СР-бобовые наблюдалось кратковременное угнетение азотфиксирующей активности сои. Однако в дальнейшем

микроудобрения положительно влияли на образование клубеньков, их массу и азотфиксирующую активность. Более эффективным в восстановлении азотфиксирующей активности было микроудобрение нутривант плюс масличный в дозе 2 кг / га.

Ключевые слова: микроудобрения, гербициды, соя.

Guralchuk Zh.Z. Soybean nitrogen-fixing activity at combined application of herbicides with microfertilizers / Zh.Z. Guralchuk, S.I. Sorokina, Ye.P. Rodzevich, Ye.Yu. Morderer // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2012. – Vol. 25 (64), No. 4. The effects of combined application of herbicides with microfertilizers on nitrogen-fixing activity of soybean plants were studied. Immediately after the application of tank mixture of herbicides harmony and pulsar with microfertilizers nutrivant plus oil and reacom-SR-bean the transient inhibition of soybean nitrogen-fixing activity was observed. However, further microfertilizers had a positive effect on formation of nodules, their weight and nitrogen-fixing activity. More effective in restoring the nitrogen-fixing activity was microfertilizer nutrivant plus oil at 2 kg / ha.

Keywords: microfertilizers, herbicides, soybean