

УДК 579.841.3:633.34:631.811.98

Івасюк Ю.І. аспірант кафедри біології Уманського національного університету садівництва

Карпенко В.П. доктор с.-г. наук, професор, проректор з наукової та інноваційної діяльності Уманського національного університету садівництва

Грицаєнко З.М. доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедри біології Уманського національного університету садівництва

СИМБІОТИЧНИЙ СТАН ПОСІВІВ СОЇ ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН

***Анотація.** Представлено результати досліджень з вивчення впливу різних норм гербіциду Фабіан (90, 100 і 110 г/га), способів застосування регулятора росту рослин Регоплант (250 мл/т – передпосівна обробка насіння, 50 мл/га – обприскування посівів) і мікробіологічного препарату Ризобофит (передпосівна обробка насіння – 100 мл/т) на формування і функціонування симбіотичного апарату рослин сої. Встановлено, що обробка посівів сої різними нормами гербіциду Фабіан окремо і сумішах з регулятором росту рослин Регоплант, як на фоні передпосівної обробки насіння сумішшю Ризобофиту і Регопланту, так і без неї, пригнічує формування бульбочок на коренях рослин. Разом з тим формування їх маси залежить від норм і способів використання досліджуваних препаратів. З'ясовано, що комплексне застосування препаратів стимулює накопичення у бульбочках сої леггемоглобіну.*

***Ключові слова:** соя, гербіцид, мікробіологічний препарат, регулятор росту рослин, симбіоз, леггемоглобін.*

Івасюк Ю.І. аспірант кафедри біології Уманського національного університету садівництва

Карпенко В.П. доктор сільськогосподарських наук, професор, проректор по науковій та інноваційній діяльності Уманського національного університету садівництва

Грицаенко З.М. доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой биологии Уманского национального университета садоводства

СИМБИОТИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ СОИ ПРИ ДЕЙСТВИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Аннотация. Представлены результаты исследований по изучению влияния различных норм гербицида Фабиан (90, 100 и 110 г/га), способов применения регулятора роста растений Регоплант (250 мл/т – предпосевная обработка семян, 50 мл/га – опрыскивание посевов) и микробиологического препарата Ризобифит (предпосевная обработка семян – 100 мл/т) на формирование и функционирование симбиотического аппарата растений сои. Установлено, что обработка посевов сои различными нормами гербицида Фабиан, отдельно и смесях с регулятором роста растений Регоплант, как на фоне предпосевной обработки семян смесью Ризобифита с Регоплантом, так и без нее, подавляет формирование клубеньков на корнях растений. Вместе с тем формирование их массы зависит от норм и способов использования исследуемых препаратов. Выяснено, что комплексное применение препаратов стимулирует накопление в клубеньках сои леггемоглобина.

Ключевые слова: соя, гербицид, микробиологический препарат, регулятор роста растений, симбиоз, леггемоглобин.

I.I. Ivasiuk Post-graduate student Uman National University of Horticulture

V.P. Karpenko Doctor of Agricultural Science, Professor, Vice Rector for Research and Innovation Uman National University of Horticulture

Z.M. Hrytsayenko Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of Department of Biology Uman National University of Horticulture

SYMBIOTIC CONDITION OF CROPS SOYBEAN UNDER THE INFLUENCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCE

Annotation. The paper presents the results of studies on the impact of different standards herbicide Fabian (90, 100 and 110 g/ha), the methods of application

of plant growth regulators Rehoplant (250 ml/m – preplant processing of seeds, 50 ml/ha – spraying) and microbiological agents Ryzobofit (preplant processing of seeds – 100 ml/t) on the formation and symbiotic functioning system of soybean plants. It was established that the processing of soybean crops of different rates of Fabian herbicide separately and in mixtures with the plant growth regulator Rehoplant as on the background of presowing of seed with mixture of Rehoplant and Ryzobofit, and without it inhibits the formation of nodules on the roots of plants. However, the formation of their weight depends on the norms and ways of using of investigational preparations. It was found that complex application of preparations stimulates accumulation of leghemoglobin in soybean nodules.

Key words: soybeans, herbicide, microbiological agent, plant growth regulator, symbiosis, leghemoglobin.

Постановка проблеми. Посилення уваги до культури сої і збільшення площ її посівів в Україні є позитивною тенденцією для рослинницької галузі, оскільки завдяки даній культурі зв'язується атмосферний азот, у ґрунт надходить значна кількість рослинних залишків, при цьому покращуються його хімічні і фізичні показники [1, 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних умовах аграрного виробництва вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі сої, без застосування гербіцидів є неможливим [3]. Разом з тим окремі автори [4, 5] відмічають, що застосування гербіцидів пригнічує розвиток бульбочок на коренях сої, внаслідок чого знижується здатність бульбочкових бактерій засвоювати атмосферний азот. У той же час, дослідженнями Р.А. Гутянського [6, 7] встановлено, що застосування гербіциду Фабіан не пригнічувало розвиток бульбочок на коренях сої, а навпаки – провокувало їх розвиток і функціонування.

Перспективним і єдиновірним рішенням щодо поліпшення стану сільського господарства є його біологізація. Але препарати, створені на основі природних компонентів, у сільськогосподарській практиці

використовуються не належним чином [8, 9]. Незважаючи на велику кількість наукових робіт, присвячених аналізу механізмів фіксації молекулярного азоту і його асиміляції бобовими рослинами за дії біологічно активних речовин, дане питання не можна вважати достатньо вивченим.

Метою досліджень було встановити вплив на симбіотичну активність посівів сої інокуляції перед сівбою насіння комплексом мікробного препарату та регулятора росту рослин з наступним посходовим внесенням різних норм гербіциду окремо і в сумішах з регулятором росту рослин.

Методика досліджень. Дослідження виконували протягом 2013–2015 років у польових і лабораторних умовах Уманського національного університету садівництва. Посходове внесення гербіциду Фабіан WG (імазетапір, 450 г/кг + хлорімурон–етил, 150 г/кг) проводили у фазу 2–3-х справжніх листків культури у нормах 90, 100 та 110 г/га. Регулятор росту рослин Регоплант (збалансована композиція біологічно активних сполук амінокислот, хітозину, аналогів фітогормонів, олігосахаридів, жирних кислот, хелатних і біогенних мікроелементів) використовували в нормах 250 мл/т (для обробки насіння перед сівбою) та 50 мл/га (для посходового внесення). Ризобофіт (бактеріальна суспензія для інокуляції насіння сої *Bradyrhizobium japonicum* штам М8 титр 3×10^9 життєздатних бактерій на г препарату) використовували для обробки насіння перед сівбою в нормі 100 мл/т насіння. У досліді висівали сорт сої Романтика з розрахунку 500–600 тис. схожих насінин на гектар. Передпосівну обробку насіння препаратами проводили безпосередньо перед посівом. Детальну схему досліду наведено в таблицях.

Кількість та масу бульбочок на кореневій системі сої визначали за методикою, викладеною В.В. Волкогоном [10], вміст у бульбочках леггемоглобіну – за Г.С. Посипановим [11].

Результати досліджень. Аналіз отриманих результатів засвідчив залежність формування симбіотичного апарату сої від норм і способів застосування досліджуваних препаратів (табл. 1).

Таблиця 1.

Динаміка формування кількості і маси бульбочок на кореневій системі сої за використання гербіциду Фабіан, регулятора росту рослин Регоплант і мікробіологічного препарату Ризобофіт (середнє за роки досліджень)

Варіант досліджу	Фаза розвитку рослин		
	бутонізації	цвітіння	наливу бобів
Без застосування препаратів (контроль I)	13/0,22*	18/0,56	30/1,67
Ручні прополювання упродовж вегетаційного періоду (контроль II)	16/0,25	29/0,78	33/1,82
Регоплант 50 мл/га	19/0,38	32/0,88	42/1,95
Фабіан 90 г/га	12/0,34	23/0,79	34/1,80
Фабіан 100 г/га	10/0,33	20/0,76	32/1,73
Фабіан 110 г/га	9,0/0,31	19/0,74	30/1,70
Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га	18/0,37	26/0,85	37/1,90
Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	15/0,36	24/0,82	36/1,85
Фабіан 110 г/га + Регоплант 50 мл/га	13/0,35	22/0,80	34/1,81
Ризобофіт 100 мл/т + Регоплант 250 мл/т (фон)	25/0,45	36/0,93	51/2,30
Фон + Регоплант 50 мл/га	29/0,50	39/1,04	54/2,40
Фон + Фабіан 90 г/га	23/0,41	33/0,89	39/1,99
Фон + Фабіан 100 г/га	19/0,40	30/0,84	37/1,93
Фон + Фабіан 110 г/га	17/0,39	28/0,81	35/1,90
Фон + Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га	27/0,44	35/0,95	44/2,23
Фон + Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	24/0,42	34/0,91	41/2,20
Фон + Фабіан 110 г/га + Регоплант 50 мл/га	20/0,40	31/0,90	39/2,12
<i>НІР₀₅</i>	<i>2–5/0,10–0,12</i>	<i>2–9/0,16–0,20</i>	<i>3–7/0,11–0,16</i>

Примітка: * Над ризкою – кількість бульбочок, шт./рослину; під ризкою – маса бульбочок, г

Так, у фазу бутонізації сої кількість спонтанних бульбочок на кореневій системі рослин у контролі I (без застосування препаратів) складала 13 шт./рослину, їх маса – 0,22 г, у варіанті з проведенням упродовж всієї вегетації ручних прополовань (контроль II) – 16 шт./рослину, маса – 0,25 г. Разом з тим обприскування посівів регулятором росту рослин Регоплант забезпечило зростання кількості бульбочок на кореневій системі до 19 шт./рослину, що на 6 шт. перевищувало контроль I.

За внесення у посівах сої гербіциду Фабіан кількість бульбочок на коренях сої із наростанням норм препарату до 110 г/га у порівнянні з контролем I зменшувалась, проте їх маса збільшувалась і перевищувала показники в контролі I на 0,12; 0,11 і 0,09 г. За сумісного внесення в посівах сої різних норм гербіциду Фабіан із регулятором росту рослин Регоплант кількість бульбочок на кореневій системі рослин зростала у порівнянні до контролю I на 5,0–2,0 шт./рослину, а їх маса – на 0,15–0,13 г.

Як засвідчують дослідження науковців [12, 13], сумісне застосування в посівах сільськогосподарських культур гербіцидів і регуляторів росту рослин сприяє швидшому виходу рослин із стресового стану з наступним стимулюванням проходження в них фотосинтетичних та інших фізіолого-біохімічних процесів, від спрямованості яких залежить розвиток ризосферної мікробіоти.

Одержані експериментальні дані у варіантах з передпосівною обробкою насіння мікробіологічним препаратом Ризобофіт у суміші з регулятором росту рослин Регоплант засвідчили більш відчутне зростання кількості бульбочок на коренях сої у порівнянні з контролем I – на 12 шт./рослину, а їх маси – на 0,23 г.

Застосування на фоні передпосівної обробки насіння сої Ризобофітом і Регоплантом гербіциду Фабіан у нормах 90–110 г/га забезпечило формування у порівнянні з контролем I на 10,0–4,0 шт./рослину більшої кількості бульбочок, перевищення маси яких складало 0,19–0,17 г. Найактивніше наростання бульбочок простежувалось у варіантах з

внесенням гербіциду Фабіан 90–110 г/га сумісно із регулятором росту рослин Регоплант на фоні передпосівної обробки насіння мікробіологічним препаратом Ризобофіт із Регоплантом, де їх кількість перевищувала контроль I на 14,0–7,0 шт./рослину, а маса – на 0,22–0,18 г. Очевидно, що застосування для передпосівної обробки насіння регулятора росту рослин сприяє більш активному наростанню кореневої системи, яка створює додаткову площу для колонізації її інтродукованими мікроорганізмами. У цілому це сприяє стимулюванню ростових процесів рослин сої, завдяки яким на кореневій системі формується більша кількість бульбочок.

Подальші наші дослідження засвідчили залежність формування симбіотичного апарату сої не тільки від норм та способів застосування препаратів, але й від фази розвитку рослин. Адже, доведено [14], що активність азотфіксації має чітко виражену сезонну динаміку: збільшується з появою проростків, досягає максимуму в період цвітіння і зменшується у період дозрівання врожаю. Так, якщо у фазу бутонізації кількість спонтанних бульбочок на коренях сої складала 13 шт./рослину, а їх маса – 0,22 г, то у фазі цвітіння і наливу бобів – 18 і 30 шт./рослину, масою 0,56 і 1,6 г відповідно.

За внесення у посівах сої гербіциду Фабіан у нормах 90–110 г/га кількість бульбочок у фазу цвітіння рослин перевищувала контроль I на 5,0–1,0 шт./рослину, а їх маса на – на 0,23–0,18 г.

Застосування гербіциду Фабіан у нормах 90–110 г/га з Регоплантом забезпечило збільшення числа бульбочок на кореневій системі сої та їх маси відповідно на 8,0–4,0 шт./рослину та 0,29–0,24 г. Проте найактивніше формування симбіотичного апарату сої у фазу бутонізації рослин було відмічено за використання гербіциду Фабіан по фоні (обробка перед сівбою насіння сої сумішшю Ризобофіт + Регоплант) в суміші з Регоплантом. Таке поєднання препаратів забезпечило збільшення числа бульбочок на кореневій системі сої у відношенні контролю I на 100–81 %, а їх маси – на 107–53 % відповідно.

У фазу наливу бобів простежувалась подібна закономірність. Так, найкращі результати з формування симбіотичного апарату сої було відмічено у варіантах з обробкою насіння перед сівбою сумішшю Ризобофит + Регоплант з наступною обробкою посівів Фабіаном (90–110 г/га), де число бульбочок на коренях сої у відношенні контролю I зросло на 46–30 %, а їх маса – 33–26 %.

Важливим показником симбіотичного стану посівів може слугувати наявність у бульбочках леггемоглобіну, який надає їм рожевого забарвлення та сприяє фіксуванню атмосферного азоту [14]. Дослідженнями Г.С. Посипанова встановлено, що найбільш інтенсивно бобові рослини синтезують леггемоглобін у фазу цвітіння [11].

Як показали наші дослідженнями (рис. 1), вміст леггемоглобіну в бульбочках у варіантах досліду з внесенням гербіциду Фабіан у нормах 90, 100 та 110 г/га у відношенні контролю I змінювався в незначній мірі, тоді як за внесення цих же норм гербіциду в сумішах з регулятором росту рослин Регоплант він перевищував показник контролю I на 2,68; 2,67 і 2,66 мг/г сирої речовини.

Застосування передпосівної обробки насіння мікробіологічним препаратом Ризобофит у суміші з регулятором росту рослин Регоплант забезпечило зростання вмісту леггемоглобіну у бульбочках рослин сої до 9,03 мг/г сирої речовини, при 2,47 мг/г сирої речовини у контролі I.

Застосування Фабіану в нормах 90–110 г/га по фоні (обробка насіння перед сівбою сумішшю Ризобофит + Регоплант) зумовило зростання в бульбочках сої вмісту леггемоглобіну відносно контролю I на 6,53–6,10 мг/г сирої речовини, тоді як сумісне внесення цих же норм гербіциду Фабіан з регулятором росту рослин Регоплант по даному фоні забезпечило перевищення показників контролю I на 6,63–6,42 мг/г сирої речовини. Одержані дані узгоджуються з даними інших науковців [15], які вказують на суттєве зростання леггемоглобіну в бульбочках сої саме за інокуляції насіння активними штамми мікроорганізмів.

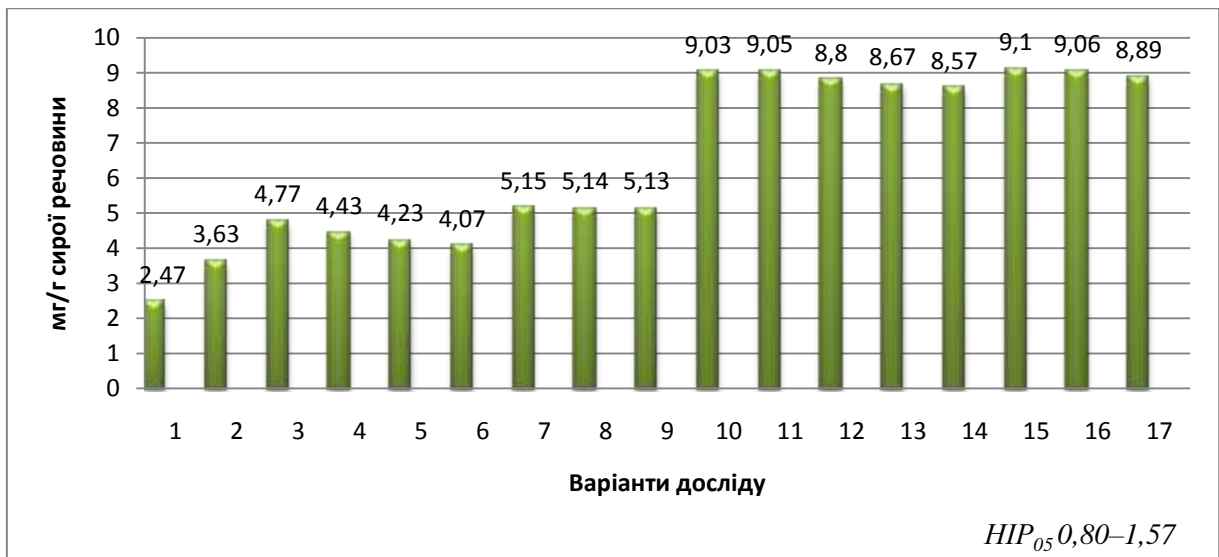


Рис. 1. Вміст леггемоглобіну в бульбочках сої у фазу цвітіння за дії різних норм гербіциду Фабіан, регулятора росту рослин Регоплант і мікробіологічного препарату Ризобофіт (середнє за роки досліджень)

1. Без застосування препаратів (Контроль I); 2. Ручні прополовання упродовж вегетаційного періоду (Контроль II); 3. Регоплант 50 мл/га; 4. Фабіан 90 г/га; 5. Фабіан 100 г/га; 6. Фабіан 110 г/га; 7. Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га; 8. Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га; 9. Фабіан 110 г/га + Регоплант 50 мл/га; 10. Ризобофіт 100 мл/т + Регоплант 250 мл/т (фон); 11. Фон + Регоплант 50 мл/га; 12. Фон + Фабіан 90г/га; 13. Фон + Фабіан 100г/га; 14. Фон + Фабіан 110г/га; 15. Фон + Фабіан 90г/га + Регоплант 50 мл/га; 16. Фон + Фабіан 100г/га + Регоплант 50 мл/га; 17. Фон + Фабіан 110г/га + Регоплант 50 мл/га.

Висновки. Найактивніше формування симбіотичного апарату сої простежується за обробки насіння перед сівбою сумішшю препаратів Ризобофіт (100 мл/т насіння) + Регоплант (250 мл/т насіння). Застосування на фоні обробки даними препаратами посходового внесення гербіциду Фабіан дещо зменшує як число, так і масу сформованих бульбочок, водночас застосування Фабіану (90 г/га) в суміші з Регоплантом (50 мл/га) по даному фоні, зумовлює значну перевагу над всіма іншими варіантами у всіх досліджуваних фазах розвитку рослин сої, як у формуванні кількості бульбочок (на 100–46 %), їх маси (на 107–33 %), так і вмісту в них леггемоглобіну (в 4 рази).

Література

1. Карпенко В.П. Влияние гербицида и регулятора роста растений на биологическую активность почвы ячменя ярового / В.П. Карпенко, С.П. Полторецкий, Р.Н. Притуляк // Периодический журнал научных трудов «ФЭН–Наука». – Бугульма (Татарстан). – 2012. – № 2 (5). – С. 9–10.

2. Артеменко С. Инкрустация – эффективный заход підвищення продуктивності сої / С. Артеменко, С. Крамарьов // Пропозиція. – 2014. – № 3. – С. 86–89.
3. Стригун А. Моногранность защиты сои / А Стригун, С. Трибель // Зерно. – 2013. – № 11. – С.109–116.
4. Голодрига О.В. Симбіотичний апарат сої / О.В. Голодрига, З.М. Грицаєнко // Карантин і захист рослин. – 2006. – № 7. – С. 16–17.
5. Сорокина С.И. Изменения селективности при комплексном применении гербицидов в посевах сои / С.И. Сорокина, Е.Ю. Мордерер // Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов и соискателей «Науке нового века знания молодых» : М–лы (Киров, 2011). – Киров, 2011. – С. 323–327.
6. Гутянський Р.А. Вплив гербіцидів та їх бакових сумішей на формування азотфіксувальних бульбочок соєю / Р.А. Гутянський // Физиология и биохимия культурных растений. – 2012. – Том 44. № 6. – С. 529–536.
7. Гутянський Р.А. Ґрунтове внесення Фабіану в посівах сої / Р.А. Гутянський // Карантин і захист рослин. – 2011. – № 6. – С. 13–15.
8. Мельничук Т.М. Мікробні препарати системі біоорганічного землеробства. [Електронний ресурс] / [Мельничук Т.М., Патика В.П.] // Збірник статей «III–го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю». – Вінниця, 2011. – Том.2. – С. 423–426. Режим доступу : <http://есо.com.ua>
9. Карпенко В.П. Інтенсивність процесів ліпопероксидації та стан антиоксидантних систем захисту ячменю ярого за дії гербіциду Гранстар 75 і регулятора росту Емістин С / В.П. Карпенко // Зб. наук. праць Уманського ДАУ. – 2009. – Вип. 72. – С. 44–51.
10. Експериментальна ґрунтова мікробіологія : монографія / В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Л.М. Токмакова, [та ін.]; за наук. ред. В.В. Волкогона. – К.: Аграр. наук., 2010. – С. 154–156.

11. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: справочное пособие. / За ред. Посыпанова Г.С.– М.: «Агропомиздат», 1991. – 200с.
12. Карпенко В.П. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин / Карпенко В.П., Грицаєнко З.М., Притуляк Р.М., Полторецький С.П., Мостов'як І.І., Фоменко О.О.; за ред. В.П. Карпенка. – Умань: Видавець «Сочінський», 2012. – 357 с.
13. Карпенко В.П. Епіфітна мікробіота ячменю ярого за дії гербіциду і біологічного препарату / В.П. Карпенко // Зб. наук. праць Уманського НУС – 2012. – Вип. 80. – С. 189–194.
14. Биологическая фиксация азота: бобово–ризобильный симбиоз: [монография в 4–х т.] / том 1 / С.Я. Коць, В.В. Моргун, В.Ф. Патыка, [и др.] – К.: Логос, 2010. Т. 1. –506 с.
15. Патыка В. П. Біологічний азот / В.П. Патыка, С.Я. Коць, В.В. Волкогон. – К.: Світ, 2003. – 424с.

References

1. Karpenko V.P., Poltoretsky S.P., Prytulyak R.M. Effect of herbicide and plant growth regulator of the biological the soil activity of spring barley. *Periodical scientific papers "FENG Science"*. Bugulma (Tatarstan), 2012, no 2 (5), pp. 9–10 (in Tatarstan).
2. Artemenko S., Kramarov S. Incruststion – effective measure increasing the productivity of soybean. *Proposition*, 2014, no. 3, pp. 86–89 (in Ukrainian).
3. Strygun A., Triebel S. Multifaceted protection of soybean. *Cereals*, 2013, no. 11, pp. 109–116 (in Ukrainian).
4. Holodryha O.V., Grytsaenko Z.M. Symbiotic unit of soybean. *Quarantine and Plant Protection*, 2006, no. 7, pp. 16–17 (in Ukrainian).
5. Sorokin S.I., Morderer E.Y. (2011). Changes selectivity in complex of herbicide in soybean crops. All–russian scientific-practical conference of Young scientists, post-graduateds and gatters “scientific knowledge of the new century of Young”: M–les. Kirov, 2011, pp. 323–327 (in Russian).

6. Hutyansky R.A. Influence of herbicides and their tank mixtures on the formation nodules of soybean who fix nitrogen. *Physiology and biochemistry of cultural plants*, 2012, no. 6 (44), pp. 529–536 (in Ukrainian).
7. Hutyansky R.A. Fabian soil application in crops of soybeans. *Quarantine and Plant Protection*, 2011, no. 6, pp. 13–15 (in Ukrainian).
8. Melnichuk T.M., Patyka V.P. Microbial preparations for bioorganic farming system. *Collection of articles "Third All–Ukrainian congress of ecologists with international participation."*, 2011, v.2, pp. 423–426. Available at: <http://eco.com.ua> (in Ukrainian).
9. Karpenko V.P. Intensity of lipid peroxidation and antioxidant status of protection of spring barley by 75 Granstar of herbicide and growth regulator Emistyn C. *Coll. Science works of Uman State Agrarian University*, 2009, v. 72, pp. 44–51 (in Ukrainian).
10. Volkogon V.V., Nadkernychna A.V., Tokmakova L.M., Melnychuk T.N. [et al.]. *Experimental soil microbiology*. Kyiv: Agrar. sciences, 2010. 464 p (in Ukrainian).
11. Posipanov G.S. *Methods of study biological fixation of nitrogen air*. Moscow: "Ahropomyzdat", 1991. 200 p (in Russian).
12. Karpenko V.P., Grytsaenko Z.M., Prytulyak R.M. [et al.]. Biological basis of integrated action herbicides and plant growth regulators . Uman, 2012. 357 p (in Ukrainian).
13. Karpenko V.P. The epitofit microorganisms spring barley of herbicide and biological preparation. *Coll. Science works of Uman National University of Horticulture*, 2012, v. 80, pp. 189–194 (in Ukrainian).
14. Kots S.J., Morhun V.V., Patyka V.F. *Biological fixation of nitrogen, legume–ryzobium symbyoz: [monohr. in 4 vols.]* . Kyiv: Logos, 2010, vol. 1. 506 p (in Ukrainian).
15. Patyka V.P., Kots S.Y., Volkogon V.V. *Biological nitrogen* . Kyiv: Mir, 2003. 424 p (in Ukrainian).