

УДК 632.954:633.34:631.811.98
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.4>

МІКРОБІОЛОГІЧНА І СИМБІОТИЧНА АКТИВНІСТЬ ҐРУНТОВОЇ МІКРОБІОТИ У ПОСІВАХ СОЇ ЗА УМОВ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДІВ ТА БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН

Голодрига О.В. – к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри біології,
Уманський національний університет садівництва
Заболотний О.І. – к.с.-г.н., доцент кафедри біології,
Уманський національний університет садівництва
Леонтьюк І.Б. – к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри біології,
Уманський національний університет садівництва
Розборська Л.В. – к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри біології,
Уманський національний університет садівництва

Досліджено вплив комплексного застосування гербіциду Гезагард 500 FW, регулятора росту рослин Біолан та бактеріального препарату Ризобофит на активність ґрунтової мікробіоти та активність бобово-ризобіального симбіозу у ризосфері рослин сої, а також на таксономічний склад і еколого-трофічні зв'язки, що є малодослідженими та потребують подальшого вивчення. Встановлено, що досліджувані нами препарати Гезагард 500 FW, Біолан та Ризобофит здатні впливати на чисельність, склад і співвідношення окремих груп ґрунтової мікрофлори. Найбільша кількість бактерій, мікромицетів та інших фізіологічних груп мікроорганізмів була відмічена у варіанті із застосуванням гербіциду Гезагард 500 FW в нормі 4,0 л/га при обробці насіння Ризобофітом або Біоланом. Найвищі показники біологічної активності ґрунту є свідченням високої мікробіологічної активності ризосфери сої, а також підвищеного рівня фізіологічних процесів в рослинах сої. Досліджувані препарати позитивно впливали на реалізацію симбіотичного потенціалу соєво-ризобіальних симбіозів. Суттєве збільшення кількості та маси бульбочкових утворень спостерігалось при сумісному їх застосуванні.

Ключові слова: соя, гербіцид, Гезагард 500 FW, регулятор росту рослин, Біолан, Ризобофит, ґрунтова мікробіота, бобово-ризобіальний симбіоз, бульбочкові бактерії.

Голодрига О.В., Заболотный А.И., Леонтьюк И.Б., Розборская Л.В. Микробиологическая и симбиотическая активность почвенной микрофлоры в посевах сои при условии применения гербицидов и биологически активных веществ

Исследовано влияние комплексного применения гербицида Гезагард 500 FW, регулятора роста растений Биолан и бактериального препарата Ризобофит на активность почвенной микрофлоры отдельных физиологических групп и активность бобово-ризобіального симбиоза в ризосфере растений сои, а также на таксономический состав и эколого-трофические связи, является мало исследованными и требуют дальнейшего изучения.

Установлено, что исследуемые нами препараты Гезагард 500 FW, Биолан и Ризобофит способны влиять на численность, состав и соотношение отдельных групп почвенной микрофлоры. Наибольшее количество бактерий, микромицетов и других физиологических групп микроорганизмов была отмечена в варианте с применением гербицида Гезагард 500 FW в норме 4,0 л/га при обработке семян Ризобофит или проращивания. Самые высокие показатели биологической активности почвы является свидетельством высокой микробиологической активности ризосферы сои, а также повышенного уровня физиологических процессов в растениях сои. Исследуемые препараты положительно влияли на реализацию симбиотического потенциала соєво-ризобіальных симбиоз. Существенное увеличение количества и массы клубеньковых образований наблюдалось при совместном их применении.

Ключевые слова: соя, гербицид, Гезагард 500 FW, регулятор роста растений, Биолан, Ризобофит, почвенная микрофлора, бобово-ризобіальний симбіоз, клубеньковые бактерии.

Golodriha O.V., Zabolotniy O.I., Leontyuk I.B., Rozborska L.V. Microbiological and symbiotic activity of soil microbiota in soybean sowing tunder the application of herbicides and biologically active substances

The effect of complex application of the herbicide Gezagard 500 FW, plant growth regulator Biolan and bacterial preparation Risobofit on the activity of soil microbiota and the activity of bean-rhizobial symbiosis in the rhizosphere of soybean plants, as well as the taxonomic composition and ecological and trophic associations that are poorly investigated and need further study. It has been established that the preparations of Gezagard 500 FW, Biolan and Risobofit, which we are investigating, are capable of influencing the number, composition and ratio of separate groups of soil microflora. The largest number of bacteria, micromycetes and other physiological groups of microorganisms was noted in the variant with the use of Gezagard 500 FW herbicide at a rate of 4,0 l/ha in the treatment of seeds by Risobofit or Biolan. The highest levels of biological activity in the soil are evidence of high microbiological activity of soybean rhizosphere, as well as increased levels of physiological processes in soybean plants. The investigated drugs positively influenced the implementation of the symbiotic potential of soybean-rhizobial symbiosis. Significant increase in the number and mass of nodules bacteria was observed with their consistent application.

Key words: *soybean, herbicide, Gezagard 500 FW, plant growth regulator, Biolan, Rhizobophyte, soil microbiota, bean-rhizobial symbiosis, nodules bacteria.*

Постановка проблеми. Стратегічною культурою для розвитку екологічно орієнтованого сільського господарства є соя (*Glucine hispida Maxim.*) – унікальна рослина, яку можна назвати природною фабрикою завдяки успішному поєднанню двох важливих процесів: фотосинтезу та біологічної фіксації азоту. Унікальною властивістю бобових є формування корневих бульбочок, які були описані ще в XVI ст., а в XIX ст. їх почали вважати діагностичною ознакою цих рослин, але не всі бобові рослини здатні утворювати бульбочки [1]. На думку авторів Л.А. Лутова, Н.А. Пивоварова та ін. [2], у процесі еволюції бобових відбувалось істотне зростання їхнього азотфіксуючого потенціалу, яке супроводжувалось ускладненням організації бульбочок і розвитком більш тісного контакту між клітинами партнерів. Бульбочкові бактерії, як компоненти ґрунтової мікробіоти, мають механізм захисту від негативного впливу продуктів антропогенного забруднення. Тому, для підвищення стійкості ризобій до стресових чинників, зокрема, таких як пестицидне навантаження, забур'яненість, вплив підвищених температур у сільському господарстві застосовують мікробні препарати для інокуляції [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання бактеріальних препаратів для передпосівної інокуляції насіння або обробки вегетуючих культурних рослин є перспективним і економічно доцільним ресурсом підвищення продуктивності рослинництва, біологічно активних речовин – метаболітів рослин і мікроорганізмів [4], а також створення комплексних сумішей з сумісним застосуванням гербіцидів з регуляторами росту рослин, які є фізіологічно активними речовинами природного походження [5]. При взаємодії з бобовими рослинами бульбочкові бактерії індують процес утворення бульбочок, який тісно пов'язаний з основними функціями рослини – органогенезом, азотним та вуглецевим обміном, захистом від патогенів, регуляцією розвитку тощо [6].

Нині наявні наукові матеріали відображають суперечливі дані щодо роздільного та інтегрованого застосування хімічних і біологічних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Водночас більшість науковців доводять позитивний вплив їх комбінування на функціонування мікробного ґрунтового комплексу та проходження основних фізіологічних процесів в рослинах за одночасного зростання їх продуктивності і покращення якості врожаю [7]. Проте низка питань щодоінтегрованої дії мікробних препаратів, регуляторів росту рослин і гербіцидів в посівах сої на функціонування системи *Glucine max* (L.)

Merr.–Bradyrhizobium japonicum, а звідси і на підвищення продуктивності посівів і якості врожаю залишається маловивченим.

Постановка завдання. Розв'язання завдання підвищення ефективності функціонування бобово-ризобіального симбіозу рослин сої при застосуванні хімічних і біологічних препаратів дозволить розробити для виробництва елементи біологізованої технології вирощування культури, що в нинішніх умовах є надзвичайно актуальним і необхідним.

Біолан є препаратом широкого спектру дії, який використовують для обробки насіння та обприскування рослин. Знижує фітотоксичну дію гербіцидів. Препарат дозволяє покращити якість продукції та збільшити врожай зернобобових. Розробник – Інститут біорганічної хімії та нафтохімії НАН України, виробник – державне підприємство міжвідомчий науково-технічний центр «Агробіотех», ЗАТ «Високий врожай». Гезагард 500 FW к.с. – системний гербіцид ґрунтової та частково листової дії, поглинається переважно кореневою системою проростків бур'янів. Діюча речовина: 500 г/л прометрину. Використовується проти однорічних дводольних та злакових бур'янів. Обприскування ґрунту проводять до появи сходів культури у нормі 3,0-5,0 л/га. Гербіцид знищує бур'яни в момент їх проростання при досходовому чи протягом 4-7 днів при післясходовому застосуванні [8].

Ґрунтовий покрив земельного масиву під дослідом – чорнозем опідзолений малогумусний важкосуглинковий на лесі. Ці ґрунти відзначаються глибоким заляганням карбонатів (115-120 см) та невисоким вмістом в орному шарі гумусу (3,3%). Ступінь насичення ґрунту основами перебуває в межах 81-97 %, рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирикова) відповідно 110-120 і 80-90 мг/кг, азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) – 100-110 мг/кг, рНсол – 5,6-5,8, гідролітична кислотність – 28-32 смоль/кг ґрунту [9].

Ефективність функціонування симбіотичної системи *Glycine max* (L.) *Merr. – Bradyrhizobium japonicum*, а саме облік активних бульбочок, їх маси у динаміці виконували за методикою, викладеною В.В. Волкогоном й інші [10]. Загальну чисельність мікроорганізмів у ризосфері сої визначали за загальноприйнятими методиками, описаними Д.Г. Звягінцевим та інші [11], а саме: загальну чисельність бактерій визначали шляхом висіву ґрунтової суспензії відповідних розведень на середовищі МПА, мікроміцетів – на середовищі Чапека, амоніфікуючих бактерій – на середовищі МПБ, нітрифікуючих – на елективному середовищі С.М. Виноградського, целюлозоруйнівних – на середовищі на О.О. Імшенецького та Л.І. Солнцевої. Чисельність мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях (КУО) в 1 г сухого ґрунту. Результати досліджень обробляли статистично [12].

Виклад основного матеріалу досліджень. Дослідженнями С.Я. Коця [13] доведено, що обґрунтоване застосування бактеріальних препаратів на основі рістрегулюючих речовин, як елементів екологічного землеробства технології вирощування різних сільськогосподарських культур, дозволяє істотно знизити хімічне навантаження на екосистеми. Внаслідок зменшення застосування хімічних засобів захисту рослин підвищується врожайність і покращується якість екологічно чистої продукції. Водночас, дослідженнями Р.А. Гутянського [14] встановлено, що застосування гербіциду Фабіан не пригнічувало розвиток бульбочок на коренях сої, а навпаки – провокувало їх розвиток і функціонування. У зв'язку з цим, важливим було дослідити вплив Ризобофіту, Біолану та гербіциду Гезагард 500 FW на формування симбіотичного апарату *Glycine max* (L.) *Merr. – Bradyrhizobium japonicum* в онтогенезі сої та виявити лімітуючі чинники, що обмежують інтенсивність процесів азотфіксації рослин.

Слід відмітити про позитивний вплив на вірулентність бульбочкових бактерій у ризосфері сої за передпосівної обробки насіння Біоланом 20 мл/т (фон II), що забезпечило наростання бульбочок майже у двічі більш ніж у контрольному варіанті (табл. 1).

Таблиця 1
Вплив комбінованого застосування Ризобфіту, Біолану та Гезагарду 500 FW на формування нодуляційного апарату сої (середнє за 2016-2018 рр.).

Варіант досліджу	Фаза розвитку рослин сої		
	Бутонізація	Цвітіння	Налив бобів
Без препаратів (контроль)	<u>27,3*</u> 0,67*	<u>33,0</u> 1,60	<u>25,1</u> 1,22
Ризобфіт 100 мл/га (обробка насіння) фон I	<u>95,8</u> 3,08	<u>112,9</u> 4,86	<u>108,6</u> 4,50
Біолан 20 мл/т (обробка насіння) фон II	<u>49,1</u> 1,59	<u>61,7</u> 2,45	<u>58,1</u> 2,21
Гезагард 500 FW 4,0 л/га	<u>45,6</u> 1,28	<u>52,3</u> 1,96	<u>49,0</u> 1,55
Гезагард 500 FW 5,0 л/га	<u>33,2</u> 0,94	<u>38,4</u> 1,82	<u>30,1</u> 1,19
Фон I + Гезагард 500 FW 4,0 л/га	<u>84,5</u> 2,92	<u>105,3</u> 4,61	<u>100,4</u> 4,29
Фон I + Гезагард 500 FW 5,0 л/га	<u>68,5</u> 2,49	<u>86,0</u> 2,95	<u>75,4</u> 2,70
Фон II+ Гезагард 500 FW 4,0 л/га	<u>50,3</u> 1,82	<u>68,9</u> 2,63	<u>60,3</u> 2,40
Фон II + Гезагард 500 FW 5,0 л/га	<u>41,5</u> 1,19	<u>53,0</u> 1,88	<u>44,8</u> 1,71
НІР 05	4,7/0,21	7,8/0,46	7,2/0,39

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

За умов внесення 4,0 і 5,0 л/га Гезагарду 500 FW нами встановлено збільшення кількості аборигенних та асоціативних бульбочок бактерій та їх маси на кореневій системі рослин сої у порівнянні з контролем на 67,1/91,0 та 21,6/40,3% відповідно до норм гербіциду.

У фазі цвітіння відмічена найвища активність наростання бульбочок у всіх варіантах досліджу їх кількість, насамперед, залежала від обробки насіння Ризобфітом, норми гербіциду та його поєднання з Біоланом. Так, у варіанті на фоні обробки насіння Ризобфітом 100 мл/га і внесенням Гезагарду 500 FW 4,0 л/га відмічено найбільшу кількість активних бульбочок, що на 72,3 шт./рослину більш ніж у контролі та на 3,01 г/рослину – за масою. Деяко менша кількість бульбочок, однак значно більша ніж в контролі, відмічена в варіанті на фоні обробки насіння Біоланом і внесенням Гезагарду 500 FW 4,0 л/га, що, зі свого боку, перевищувало контроль на 35,9 шт./рослину – за кількістю та 1,03 г – за масою.

У фазі наливу бобів спостерігали аналогічну залежність впливу досліджуваних препаратів на активність бобово-ризобіального симбіозу *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum*.

Аналіз експериментальних даних з визначення загальної кількості мікроорганізмів показав, що на десяту добу у варіантах з використанням гербіциду Гезагарду 500 FW у нормах 4,0 і 5,0 л/га, чисельність мікроорганізмів зросла у порівнянні з контролем на 7 і 5%, а за використання цих же норм гербіциду сумісно з Ризобіфітом їх чисельність КУО збільшилась у порівнянні з контролем на 20 і 16% відповідно (табл. 2). Відмічено позитивну дію Біолану на ґрунтову мікробіоту, чисельність КУО збільшувалася на 18% до контролю. Водночас при застосуванні вказаних норм гербіциду сумісно з Біоланом 20 мл/т кількість КУО бактерій збільшувалася на 13 і 10% до контролю.

Однак найбільша чисельність бактерій була у варіанті із сумісним застосуванням Гезагарду 500 FW в нормі 4,0 л/га і Ризобіфіту через 25 діб після внесення гербіциду, що перевищувало контроль на 31%. Кількість КУО мікроміцетів була також найбільшою в даному варіанті, що перевищувало контроль на 36%, на 10-ту добу та на 33% – на 25-ту добу після посіву. Менш активно, але краще ніж у контрольному варіанті, розвивалися ці мікроорганізми і в інших варіантах досліді.

Важливу роль у процесах ґрунтоутворення та колообігу азоту відіграють мікроскопічні гриби, які є безпосереднім учасником амоніфікації та продукування біологічно активних речовин: амінокислот, ферментів, антибіотиків, полісахаридів, вітамінів тощо [15].

Аналіз експериментальних даних з визначення загальної кількості мікроміцетів показав, що у варіантах з використанням 4,0 і 5,0 л/га гербіциду їх чисельність зростала стосовно контролю на 20 і 17% на 10-ту добу та на 16 і 13% на 25-ту добу відповідно до норм гербіциду. Сумісне застосування цих же норм гербіциду на фоні обробки насіння Біоланом забезпечило зростання загальної кількості мікроміцетів на 31 і 24% на 10-ту добу та 33 і 27% на 25-ту добу відповідно. Слід відмітити позитивний вплив Біолану та Ризобіфіту у варіантах із обробкою насіння даними препаратами, що, зі свого боку, забезпечило збільшення загальної кількості мікроміцетів у порівнянні з контролем на 26 і 30% на 10-ту добу та на 19 і 29% на 25-ту добу.

Таблиця 2

2. Чисельність мікробіоти в ризосфері сої за дії Гезагарду 500 FW, Ризобіфіту та Біолану (середнє за 2016-2018 рр.)

Варіант досліді	Бактерії				Мікроміцети			
	10-та доба		25-та доба		10-та доба		25-та доба	
	КУО, тис.шт. в 1 г ґрунту	%	КУО, тис.шт. в 1 г ґрунту	%	КУО, тис.шт. в 1 г ґрунту	%	КУО, тис.шт. в 1 г ґрунту	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Без препаратів (контроль)	1102	100	1213	100	240	100	276	100
Ризобіфіт 100 мл/га (обробка насіння) фон I	1256	114	1407	116	302	126	328	119

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Біолан 20 мл/т (обробка насіння) фон II	1300	118	1456	120	312	130	356	129
Гезагард 500 FW 4,0 л/га	1179	107	1383	114	288	120	320	116
Гезагард 500 FW 5,0 л/га	1157	105	1334	110	281	117	312	113
Фон I + Гезагард 500 FW 4,0 л/га	1245	113	1456	120	310	129	345	125
Фон I + Гезагард 500 FW 5,0 л/га	1212	110	1419	117	300	125	334	121
Фон II+ Гезагард 500 FW 4,0 л/га	1322	120	1589	131	326	136	367	133
Фон II + Гезагард 500 FW 5,0 л/га	1278	116	1504	124	314	131	351	127

Одним із основних завдань наших дослідження було встановити, як впливають хімічні та мікробні препарати, залежно від норм їх внесення та сумісного застосування з рідрегулюючими та бактеріальними препаратами на основні таксономічні групи мікроорганізмів. У посівах сої поряд з асоціативними азотфіксувальними мікроорганізмами до складу мікробних ценозів входять види бактерій, які здатні розкладати азотовмісні органічні речовини, до них належать амоніфікувальні мікроорганізми.

Встановлено, що гербіцид Гезагард 500 FW, внесений окремо чи на фоні Біолану або Ризобіфиту по-різному впливає на кількість амоніфікувальних бактерій (рис. 1).

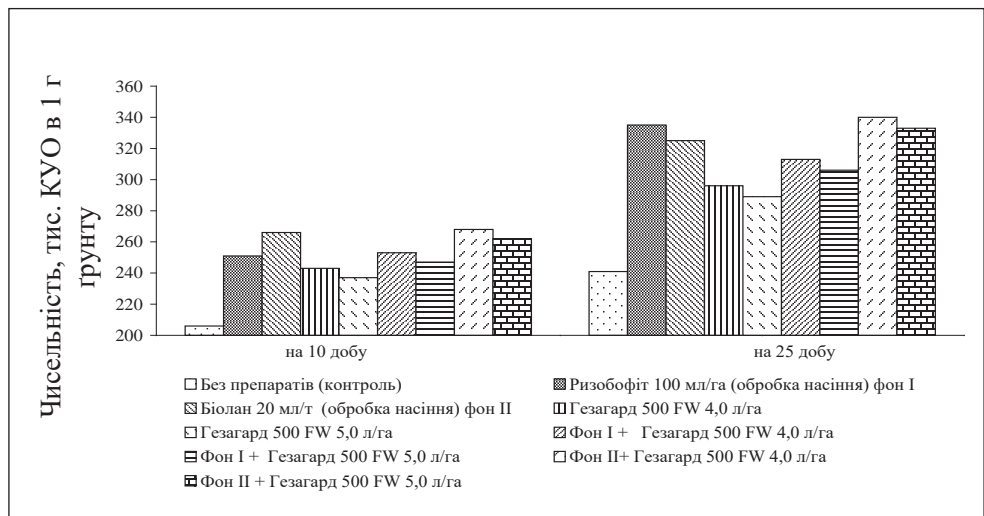


Рис. 1. Чисельність амоніфікувальних бактерій у ризосфері сої при застосуванні Гезагарду 500 FW, Ризобіфиту і Біолану

Аналізуючи розвиток амоніфікувальних мікроорганізмів на 10-ту добу після використання препаратів, слід відмітити, що найбільша їх чисельність формувалась у варіанті з обробкою насіння Біоланом 20 мл/т, що перевищувало контроль на 30% та при внесенні Гезагарду 500 FW 4,0 л/га на фоні II, де кількість амоніфікувальних мікроорганізмів зростала на 29% до контролю.

Застосування лише гербіциду у нормах 4,0 і 5,0 л/га забезпечило зростання кількості даної групи бактерій на 18 і 15% відповідно. Слід відмітити, що сумісне застосування гербіциду, як з мікробним препаратом, так і з рістрегулюючим забезпечило відчутне зростання амоніфікувальних мікроорганізмів стосовно, як до контролю, так і до варіантів з внесенням лише одного гербіциду. На 25-ту добу кількість амоніфікувальних мікроорганізмів перебувала в прямій залежності від норм внесеного гербіциду та його застосування на фоні Біолану та Ризобофіту.

Найбільш чутливими до дії гербіциду виявилися нітрифікувальні мікроорганізми. При внесенні Гезагарду 500 FW кількість КУО зменшувалася до 84-88% у порівнянні з контролем. Однак, сумісне застосування гербіциду з Біоланом сприяло збільшенню їх чисельності лише на 3–6% до контролю. Обробка насіння Ризобофітом за внесення сумісного застосування з Гезагардом 500 FW сприяла збільшенню їх чисельності на 5-12% у порівнянні з варіантами, де вносили лише гербіцид (рис. 2).

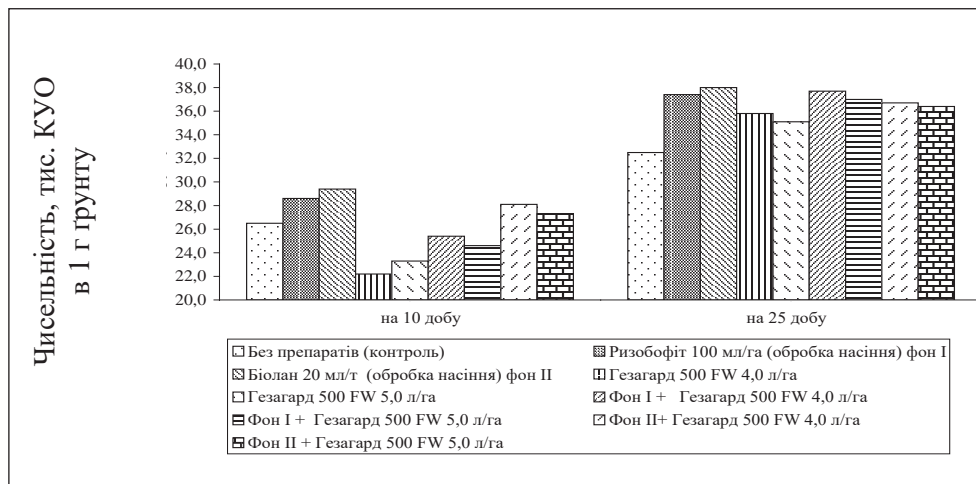


Рис. 2. Чисельність нітрифікувальних мікроорганізмів у ризосфері сої при застосуванні Гезагарду 500 FW, Ризобофіту і Біолану

На 25-ту добу нами відмічено помітне зростання нітрифікуючих мікроорганізмів в усіх варіантах дослідження стосовно до контролю. Так, за умов застосування лише гербіциду у нормах 4,0 і 5,0 л/га чисельність їх перевищувала контроль на 10 і 8% відповідно до норм гербіциду. Водночас на фоні обробки насіння Ризобофітом при сумісному застосуванні з гербіцидом у вказаних нормах чисельність відповідної групи мікроорганізмів зростала на 16 і 14% до контролю. На фоні обробки регулятором росту рослин відмічено подібну залежність зростання нітрифікувальних мікроорганізмів до контролю, що становило 13 і 12% відповідно. Найбільшою кількістю даної групи мікроорганізмів спостерігали у варіанті з обробкою насіння Біоланом 20 мл/т, що перевищувало контроль на 17%.

Аналіз чисельності целюлозолітичних бактерій на 10-ту добу після застосування препаратів показав, що найбільш активно на їх чисельність впливало застосування з метою передпосівної обробки насіння Біолану у нормі 20 мл/т, це сприяло збільшенню їх кількості до 1750 тис. КУО в 1 г ґрунту та при внесенні на фоні II гербіциду Гезагард у нормі 4,0 л/га, тут кількість даної групи мікроорганізмів зростала до 1810 тис. КУО в 1 г ґрунту (рис. 3). Застосування лише гербіциду у нормах 4,0 і 5,0 л/га забезпечило підвищення чисельності целюлозолітичних бактерій до 1550 та 1503 тис. КУО в 1 г ґрунту відповідно.

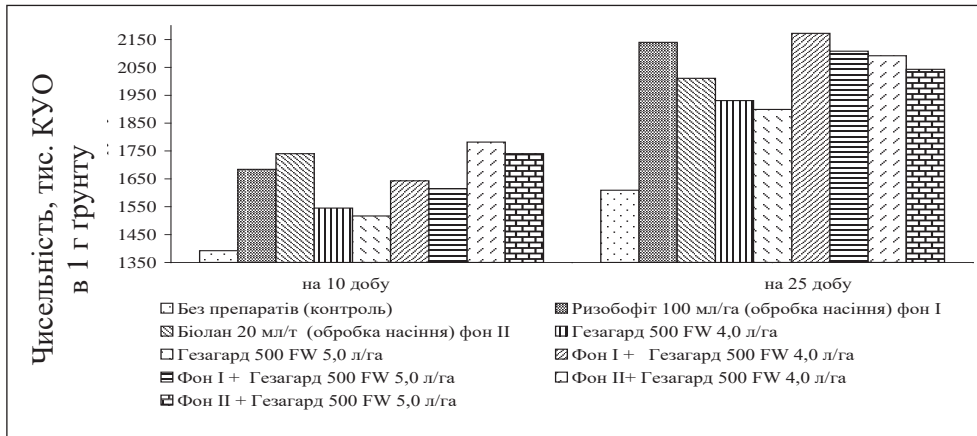


Рис. 3. Чисельність целюлозолітичних бактерій у ризосфері сої при застосуванні Гезагарду 500 FW, Ризобіфіту і Біолану

Підрахунок чисельності целюлозолітичних мікроорганізмів на 25-ту добу виявив, що вона так само залежала від норм внесеного гербіциду та його застосування на фоні Біолану та Ризобіфіту. Зокрема, найбільш активний розвиток даної групи мікроорганізмів відмічено у разі обробки насіння сої перед сівбою Ризобіфітом (100 мл/га), де чисельність целюлозолітичних бактерій зросла до 2110 тис. КУО в 1 г ґрунту проти 1613 тис. КУО в 1 г ґрунту в контролі, та за умови внесення гербіциду Гезагард у нормі 4,0 л/га на фоні I, де кількість мікроорганізмів даної групи перевищувала усі дослідні варіанти і складала 2150 тис. КУО в 1 г ґрунту.

Встановлено, що використання пестицидів змінює чисельність, склад і співвідношення груп ґрунтової мікрофлори. Ґрунтові мікроорганізми як компоненти мікробіоценозів відчувають вплив пестицидів, а як ланка трофічних ланцюгів беруть участь у передачі їх до вищих організмів. Різна чутливість мікроорганізмів до пестицидів на рівні окремих видів викликає певні зміни у структурі мікробіоценозу.

Висновки та пропозиції. Отже, одержані експериментальні дані свідчать про відчутне зростання кількості бульбочок у варіанті з обробкою насіння мікробним препаратом Ризобіфіт 100 мл/га (фон I) у фазі бутонізації рослин сої. Сумісне застосування гербіциду з мікробним препаратом Ризобіфіт забезпечило не лише знищення сегетальної рослинності, а й сприяло наростанню бульбочок втричі порівняно з контролем.

Збільшення чисельності мікроміцетів у ризосфері сої є наслідком зростання розмірів кореневої системи, якою продукувалась більша кількість ексудатів, які створюють оптимальне середовище для розвитку відповідних груп мікроорганізмів. Збільшення кількості амоніфікувальних мікроорганізмів у ризосфері сої свід-

чить про підвищення трансформації органічної речовини, при цьому мінеральний азот переходить у доступні форми азоту для живлення рослин та включається в процеси метаболізму мікроорганізмів. Аміак, що утворюється в процесі амоніфікації, є субстратом для іншої групи мікроорганізмів – нітрифікувальних, які виконують функцію окислення амонію в доступні для рослин і корисної мікробіоти форми – нітрати. Причиною зниження чисельності нітрифікувальних мікроорганізмів може бути їхня висока чутливість до водорозчинних органічних речовин, концентрація яких підвищується у результаті мікробіологічної деградації хімічних сполук. Дослідження розвитку целюлозолітичних бактерій ризосфери сої дає можливість оцінити біологічну активність ґрунту, а саме інтенсивність руйнування целюлози, яка є основним джерелом енергії для ґрунтової мікробіоти.

Отже, найбільша кількість бактерій, мікроміцетів та інших груп мікроорганізмів була відмічена у варіанті із застосуванням гербіциду Гезагард 500 FW в нормі 4,0 л/га при обробці насіння Ризобіофітом або Біоланом. Найвищі показники біологічної активності ґрунту є свідченням високої мікробіологічної активності ризосфери сої, а також підвищеного рівня фізіологічних процесів в рослинах сої. Досліджувані препарати позитивно впливали на реалізацію симбіотичного потенціалу соєво-ризобіальних симбіозів. Суттєве збільшення кількості і маси бульбочкових утворень спостерігалось при сумісному їх застосуванні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Соя : монографія / Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Іванюк С.В., Корнійчук О.В., Колісник С.І., Кобак С.Я., Задорожний В.С., Чорнолата Л.П., Кулик М.Ф., Обертюх О.В., Вороньцька І.С., Патики В.П., Гнатюк Т.Т., Алексеев О.О., Калініченко А.В., Коць С.Я., Береговенко С.К., Захарова О.М. ; за ред. В.Ф. Петриченко. Вінниця : «Діло», 2016. 392 с.
2. Лутова Л.А., Пивоваров Н.А., Тиходеев О.Н. и др. Генетика развития растений / под ред. С.Г. Инге-Вечтомова. Санкт Перербург : Наука, 1998; 194 с.
3. Кириченко Е.В. Биотехнологии в растениеводстве. Николаев : Илион, 2014. 436 с.
4. Патики В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. та ін. Біологічний азот. Київ : Світ, 2003. 422 с.
5. Кириченко Е.В., Коць С.Я. Использование *Azotobacter chroococcum* T79 для создания комплексных биологических препаратов. *Биотехнология*. 2011. Т. 4, № 3. С. 74–81.
6. Тихонович И.А., Пивоваров Н.А. Генетика симбиотической азотфиксации с основами селекции. Санкт Перербург : Наука, 1998. 192 с.
7. Карпенко В.П., Івасюк Ю.І., Грицаєнко З.М. Особливості розвитку еколого-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери сої за використання гербіциду Фабіан, регулятора росту рослин Регоплант і мікробного препарату Ризобіофіт. *Вісник Дніпропетровського державного агроекологічного університету*. 2016. № 4 (42). С. 29–33.
8. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні: спец. випуск журн. «Пропозиція». Київ : «Юнівест мадія» 2016. 447 с.
9. Господаренко Г.М. Особливості удобрення ярого ячменю з підсівом конюшини. *Зб. наук. пр. Уманського ДАУ. Ефективність хімічних засобів у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур*. 2001. С. 47–56.
10. Волкогон В.В., Надкернична О.В., Токмакова Л.М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія : монографія / за наук. ред. В.В. Волкогона. Київ : Аграр. наук. 2010. 464 с.
11. Алиева И.В., Бабьева И.П., Бызов Б.А. и др. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под. ред. Д.Г. Звягинцева. Москва : Изд-во Московского университета, 1991. 304 с.

12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985; 350 с.
 13. Коць С.Я. Сучасний стан досліджень біологічної фіксації азоту. Физиология и биохимия культурных растений. 2011. Т. 43. № 3. С. 212–225.
 14. Гутянський Р.А. Грунтове внесення Фабіану в посівах сої. *Карантин і захист рослин*. 2006. №. 6. С. 13–15.
 15. Борисюк Б.В. Вплив регуляторів росту на активність мікрофлори кореневої зони рослин хмелю. *Агроекологічний журнал*. 2013. № 3. С. 70–74.
-