

УДК 631.461:633.34:631.348

**БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ҐРУНТУ В АГРОЦЕНОЗІ СОЇ ЗА
РОЗДІЛЬНОГО ТА ІНТЕГРОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДУ
І БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ**

Ю. І. ІВАСЮК, аспірант*

Уманський національний університет садівництва

E-mail: y-ivasyuk@mail.ru

В. П. КАРПЕНКО, доктор сільськогосподарських наук, професор
кафедри біології

Уманський національний університет садівництва

E-mail: v-biology@mail.ru

Р. М. ПРИТУЛЯК, кандидат сільськогосподарських наук, доцент
кафедри біології

Уманський національний університет садівництва

E-mail: r-pritulyak@mail.ru

***Анотація.** Досліджено вплив різних норм гербіциду Фабіан (90, 100 і 110 г/га), регулятора росту рослин Регоплант (250 мл/т передпосівна обробка насіння; 50 мл/га – посходове внесення) і біологічного препарату Ризобофіт (100 мл/т насіння) на проходження мікробіологічних процесів у ґрунті в посівах сої. Встановлено, що дія оптимальних норм досліджуваних препаратів сприяє значному поліпшенню розвитку мікробних угруповань за одночасної активізації їх ферментативної активності.*

***Ключові слова:** мікроорганізми, ґрунтові ферменти, гербіцид, регулятор росту рослин, мікробіологічний препарат, соя*

Стан ґрунту – визначення формуванням і функціонуванням мікробіологічного ценозу, як одного з найчутливіших діагностичних критеріїв родючості. Поживний режим ґрунту формується під впливом складної системи екологічних чинників, серед яких провідне значення відіграє біохімічна активність мікробіоти [1, с. 233-235]. Саме направленість діяльності ґрунтової мікробіоти визначає рівень формування урожайності сільськогосподарських культур [2, с. 8-10], адже мікроорганізми перебувають у тісній взаємодії з усіма компонентами біоценозу, в тому числі і з рослинами, формуючи складну систему: ґрунт-рослина-мікроорганізми, за участю яких відбувається деструкція органічної речовини, кругообіг біогенних елементів, збереження родючості та забезпечення рослин необхідними поживними речовинами.

*Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор З. М. Грицаєнко

Мікробіота ґрунту переважно представлена бактеріями та мікроскопічними грибами, які, продукуючи різні ферменти, беруть участь у розкладанні низки органічних речовин. Ферментативний потенціал ґрунтів перебуває в прямій залежності від життєдіяльності мікроорганізмів і складу мікробних угруповань, тому будь-які зміни мікробоценозу відображаються на ферментативній активності [3, с. 60].

У сучасних умовах інтенсифікації виробництва стан ґрунтів викликає занепокоєння, оскільки використання хімічних речовин, у тому числі й гербіцидів, призводить до порушення рівноваги між різними групами мікробіоти. Так, у дослідженнях Г.А. Діденко [4, с. 8-10] доведений вплив гербіцидів на проходження азотфіксації, ферментативної активності ґрунту та чисельність основних груп ґрунтових мікроорганізмів у ризосфері сої. Зокрема, за дії Гезагарду 2,5 кг/га активність ферментів знижувалась, особливо тих, що відповідають за перетворення азоту – протеазі уреази. За використання Півоту 0,1 кг/га (тобто норми в 25 разів меншої за норму Гезагарду) активність всіх ґрунтових ферментів підвищувалась.

Дослідженнями З.М. Грицаєнко зі співавт. [5, с. 176; 6, с. 220-224] встановлено, що гербіциди, як сполуки з високою активністю, здатні впливати на проходження мікробіологічних процесів у ґрунті незалежно від норм. Проте для зменшення негативної дії гербіцидів на ґрунт і рослини доцільно поєднувати їх застосування з біологічними препаратами (регуляторами росту рослин, препаратами мікробного походження, тощо).

Мета дослідження – дослідити вплив різних норм гербіциду і способів застосування регулятора росту рослин, внесених на фоні обробки насіння мікробіологічним препаратом і окремо, на розвиток і функціонування основних груп ґрунтової мікробіоти та їх ферментну активність вагроценозі сої.

Матеріали і методи досліджень. Об'єктом досліджень слугували мікробні угруповання ризосфери сої сорту Романтика та процеси ферментативної активності ґрунту – чорнозему опідзоленого важко

суглинкового на лесі з вмістом гумусу 3,2–3,3%. Посходове внесення гербіциду Фабіан WG (імазетапір, 450 г/кг + хлорімурон–етил, 150 г/кг) проводили у фазу 2–3 справжніх листків культури у нормах 90, 100 та 110 г/га. Регулятор росту рослин Регоплант (збалансована композиція біологічно активних сполук амінокислот, 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 М8титр 3×10^9 життєздатних бактерій на г препарату) використовували для обробки насіння перед сівбою в нормі 100 мл/т насіння. Передпосівну обробку насіння препаратами проводили безпосередньо перед сівбою. Детальну схему дослідів наведено в таблицях 1 та 2. Зразки ґрунту відбирали у прикореневій зоні рослин на 10 добу після внесення препаратів. Стан ризосферної мікробіоти сої за дії препаратів оцінювали загальною чисельністю бактерій, мікроміцетів та актиноміцетів, шляхом висіву ґрунтової суспензії на відповідні агаризовані середовища - м'ясо-пептонний агар (МПА), Чапека та крохмально-аміачний агар (ККА). Чисельність мікроорганізмів виражали у колонієутворюючих одиницях (КУО) в 1 г абсолютно сухого ґрунту [7, с. 200-204]. Активність ґрунтових ферментів визначали: каталази - за методикою Ждонсона і Темпле [8, с. 34], інвертази та протеази - за методиками описаними З. М. Грицаєнко зі співавт. [7, с. 219-224].

Результати дослідження і їх обговорення. У результаті виконаних досліджень встановлено, що чисельність бактерій, мікроміцетів та актиноміцетів у ризосфері сої залежала від виду і способу внесення препаратів та їх комбінування. Так, за використання у посівах сої гербіциду Фабіан у нормах 100 та 110 г/га у варіантах дослідів простежувалось зростання чисельності бактерій на 29 та 27% у порівнянні з контролем, тоді як за внесення 90 г/га – на 34%. За внесенні гербіциду Фабіан у досліджуваних нормах 90-110 г/га з Регоплантом 50 мл/га розвиток

грунтових бактерій проходив активніше і їх чисельність перевищувала контроль відповідно на 43; 42 і 38%. Передпосівна обробка насіння сої сумішшю препаратів Ризобофіт 100 мл/т + Регоплант 250 мл/т з наступною обробкою посівів гербіцидом Фабіан 90; 100; 110 г/га забезпечила зростання чисельності ризосферних бактерій у порівнянні з контролем на 59; 58 і 56%.

Помітне зростання чисельності бактерій у цих варіантах дослідження вочевидь обумовлено, з одного боку, посиленням функціонування життєдіяльності азотфіксувальних бактерій роду *Bradyrhizobium japonicum*, завдяки яким в рослинах покращуються процеси обміну, зокрема азотного, і як наслідок у ризосфері виділяється більша кількість ексудатів, з іншого боку, стимуляцію за дії регулятора росту рослин ростових процесів, у результаті чого інтенсивніше наростає коренева система і створюється додаткова площа для живлення мікроорганізмів.

Подальший аналіз розвитку ризосферних бактерій сої засвідчив, що найвищі показники їх чисельності формувалися у варіантах із застосуванням гербіциду Фабіан 90-110 г/га у сумішах з регулятором росту рослин Регоплант 50 мл/га, внесених на фоні передпосівної обробки насіння Ризобофітом 100 мл/т разом із Регоплантом 250 мл/т. У даних варіантах дослідження чисельність бактерій перевищувала показник контролю у 1,6-1,7 рази. Очевидно, що зростання чисельності ризосферних бактерій у цих варіантах дослідження обумовлено ще й підсиленням дії на рослини регулятора росту рослин Регоплант, яким обприскували посіви сої, внаслідок чого проходження фізіолого-біохімічних процесів значно активізувалось, про що вказують й інші науковці.

Важливу роль у процесах ґрунтоутворення та кругообігу азоту відіграють мікроскопічні гриби, які є безпосередніми учасниками амоніфікації та продукування біологічно активних речовин: амінокислот, ферментів, антибіотиків, полісахаридів, вітамінів [2, с. 7].

Аналіз експериментальних даних з визначення загальної кількості мікроскопічних грибів показав, що у варіантах з використанням гербіциду

Фабіан у нормах 90, 100 і 110 г/га чисельність мікроміцетів зростала відносно контролю на 32, 29 та 26%, актиноміцетів - на 9, 4 і 2%.

1. Чисельність основних груп мікроорганізмів ризосфери сої за використання гербіциду Фабіан, регулятора росту рослин Регоплант і мікробіологічного препарату Ризобофіт (середнє за 2013 – 2015 рр.)

Варіант досліджу	Чисельність, 10 ³ КУО/г ґрунту		
	бактерії	мікроміцети	актиноміцети
Без застосування препаратів (контроль I)	1188	290	227
Регоплант 50 мл/га	1470	390	253
Фабіан 90 г/га	1592	384	247
Фабіан 100 г/га	1534	374	236
Фабіан 110 г/га	1504	363	234
Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га	1703	425	288
Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	1689	418	268
Фабіан 110 г/га + Регоплант 50 мл/га	1644	411	272
Ризобофіт 100 мл/т + Регоплант 250 мл/т (фон)	1830	356	297
Фон + Регоплант 50 мл/га	1859	422	309
Фон + Фабіан 90 г/га	1889	451	306
Фон + Фабіан 100 г/га	1876	432	296
Фон + Фабіан 110 г/га	1856	420	288
Фон + Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га	1966	507	336
Фон + Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	1933	486	328
Фон + Фабіан 110 г/га + Регоплант 50 мл/га	1905	471	321
<i>НІР₀₅</i>	<i>95-120</i>	<i>23-44</i>	<i>14-35</i>

Посходове внесення регулятора росту рослин Регоплант 50 мл/га забезпечило зростання чисельності мікроміцетів на 35% відносно контролю, а актиноміцетів – на 31%.

За інтегрованого застосування гербіциду Фабіан у нормах 90, 100 і 110 г/га з регулятором росту рослин Регоплант 50 мл/га кількість мікроміцетів збільшувалась на 46, 44 та 42%, тоді як актиноміцетів – відповідно на 27, 18 і 20% до контрольного варіанту.

На фоні передпосівної обробки насіння сої препаратами Ризобофіт 100 мл/т і Регоплант 250 мл/т відмічено збільшення кількості мікроміцетів на 23 %, актиноміцетів - на 31 %. Зростанню чисельності грибної мікробіоти сприяло й внесення гербіциду Фабіан по фоні у нормах 90-110 г/га, де

кількість міксоміцетів зростала на 55-45 %, актиноміцетів - на 35-27 % проти контрольного варіанту.

Найактивніший розвиток міксоміцетів й актиноміцетів у ризосфері сої простежувався за посходового внесення гербіциду Фабіан 90-110 г/га у суміші з регулятором росту рослин Регоплант 50 мл/га на фоні передпосівної обробки насіння сої Ризобофітом 100 мл/т і Регоплантом 250 мл/т, де зростання чисельності цих груп мікроорганізмів до контролю складало відповідно 75-62% та 48-41%.

Збільшення чисельності міксоміцетів і актиноміцетів у ризосфері сої, очевидно, є наслідком зростання розмірів кореневої системи, якою продукувалась більша кількість корневих залишків та ексудатів, що створюють оптимальне середовище для розвитку даних груп мікроорганізмів.

Важливу роль у збагаченні ґрунту рухомими і доступними для рослин та мікроорганізмів поживними речовинами відіграють ферменти, завдяки яким можна чіткіше охарактеризувати активність ґрунтів і рівень їх окультурення [6, с. 210-212].

Як показали одержані нами експериментальні дані, активність ґрунтових ферментів у досліді залежала від норм внесення гербіциду та комбінування їх застосування з біологічними препаратами.

Так, за обприскування посівів сої гербіцидом Фабіан у нормах 100-110 г/га протеазна активність була нижчою на 6-7% за контрольний варіант, проте за внесення 90 г/га вона зростала на 2% проти контролю. Застосування досліджуваних норм гербіциду позитивно вплинуло на інвертазну і каталазну активність, де зростання відповідно до контролю складало 5-2% і 12-10 % відповідно. Інтегроване внесення гербіциду Фабіан 90-110 г/га з регулятором росту рослин Регоплант 50 мл/га стимулювало на 20-16% – активність каталази, 22-13% – протеази, 5-13% – інвертази відповідно до контролю.

2. Ферментативна активність ґрунту у посівах сої за використання гербіциду Фабіан, регулятора росту рослин Регоплант і мікробіологічного препарату Ризобофіт (середнє за 2013 – 2015 рр.)

Варіант досліджу	Каталаза, мл 0,1 н KMnO ₄ за 20 хв	Інвертаза, мг глюкози/100 г ґрунту	Протеаза, мг аміачного азоту/100 г ґрунту
Без застосування препаратів (контроль I)	1,51	34,6	0,45
Регоплант 50 мл/га	1,54	37,0	0,50
Фабіан 90 г/га	1,69	36,4	0,46
Фабіан 100 г/га	1,66	36,0	0,43
Фабіан 110 г/га	1,67	35,4	0,42
Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,81	36,7	0,55
Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,77	36,1	0,52
Фабіан 110 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,76	36,2	0,51
Ризобофіт 100 мл/т + Регоплант 250 мл/т (фон)	1,96	40,6	0,66
Фон + Регоплант 50 мл/га	1,95	40,1	0,69
Фон + Фабіан 90 г/га	2,16	42,3	0,65
Фон + Фабіан 100 г/га	2,12	41,9	0,63
Фон + Фабіан 110 г/га	2,11	41,1	0,61
Фон + Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га	2,26	44,3	0,73
Фон + Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	2,23	43,9	0,71
Фон + Фабіан 110 г/га + Регоплант 50 мл/га	2,27	43,6	0,69
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,12-0,25</i>	<i>1,1-2,5</i>	<i>0,03-0,12</i>

Передпосівна обробка насіння сумішшю препаратів Ризобофіт 100 мл/т і Регоплант 50 мл/т забезпечила зростання активності ферментативного комплексу ґрунту на 17% – для інвертази, на 30% – для каталази та на 47% – для протеази. Посходове застосування регулятора росту рослин Регоплант 50 мл/га по фоні зумовило активізацію протеази на 53%, інвертази і каталази відповідно на 16 і 29%. Активність інвертази за внесення гербіциду Фабіану нормах 90-110 г/га зростала на 22-18%; каталази – на 44-40% і протеази – на 44-35% проти контрольного варіанту. Найвищу ферментативну активність було відмічено у варіанті Фабіан 90 г/га, внесеного разом з регулятором росту рослин Регоплант 50 мл/га, на фоні передпосівної обробки насіння сумішшю Ризобофіт 100 мл/т + Регоплант 250 мл/т, де перевищення контролю заінвертазою складало 28%, за каталазою – 50%, за протеазою – 62%.

Найвища ферментативна активність у цих варіантах досліду, очевидно, є наслідком зростання трансформаційних процесів у ґрунті, які за інтегрованої дії хімічних і біологічних препаратів підсилюються [6, с. 218].

Висновки і перспективи подальших досліджень. Одержаний експериментальний матеріал дає підставу зробити висновок, що чисельність ґрунтової мікробіоти та ферментативна активність ґрунту у посівах сої залежать від дії різних норм гербіциду і комбінування їх застосування з біологічними препаратами: із наростанням норм гербіциду Фабіан чисельність ґрунтової мікробіоти в посівах сої зменшується; за передпосівної обробки насіння сумішшю Ризобофіту (100 мл/т) й Регопланту (250 мл/т) із посходовим внесенням мінімальної норми гербіциду Фабіан (90 г/га) у поєднанні з регулятором росту рослин Регоплант (50 мл/га) інтегрований вплив на біологічну активність ґрунту був ефективним, що зумовлювало зростання загальної чисельності бактерій на 59%, міксоміцетів – 55%, актиноміцетів – 35 %, за одночасного підвищення ферментативної активності ґрунту відповідно на 28%; 50% і 62% для інвертази, каталази і протеази.

Список літератури

1. Звягинцев Д. Г. Биология почв / Д. Г. Звягинцев, Г. М. Зенова. – М.: МГУ, 2005. – 445 с.
2. Копилов Є. П. Ґрунтові гриби як біологічний чинник впливу на рослини / Є. П. Копилов // Сільськогосподарська мікробіологія. – 2012. – № 15–16. – С. 7–28.
3. Bardgett R. D. The biology of soil. A community and ecosystem approach. Oxford University Press, 2005. 242 p.
4. Діденко Г. А. Екотоксикологічне обґрунтування застосування гербіцидів на посівах сої в Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 03.00.16 «Екологія» / Галина Сергіївна Діденко. – К., 2011. – 17 с.
5. Грицаєнко З. М. Активність мікробіологічних процесів у ризосфері ярого ячменю за дії гербіциду й ріст регулятора Емістиму С / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // Гуминовые кислоты фитогормоны в растениеводстве: Сб. мат. Межд. конференции, 12 – 16 июня, Киев. – К., 2007. – С. 176.
6. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин / В. П. Карпенко, З. М. Грицаєнко, Р. М. Притуляк [та ін.]. – Умань: Видавець «Сочінський», 2012. – 357 с.

7. Грицаєнко З. М., Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / З. М. Грицаєнко, А. О. Грицаєнко, В. П. Карпенко. – К: ЗАТ „Нічлава”, 2003. – 320 с.
8. Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии / Ф. Х. Хазиев– М.: Наука, 2005. – 252 с.

References

1. Zvyahyntsev D. H., Zenova H. M. (2005). *Byolohyya pochv [Soil biology]*. Moscow, Russia: MNU, 445.
2. Kopylov Y. P. (2012). *Gruntovi hryby yak biolohichnyy chynnyk vplyvu na roslyny [Soil fungi as biotic factors influence on plants]*. *Agricultural Microbiology*, 15-16, 7-28.
3. Bardgett R. D. (2005). *The biology of soil. A community and ecosystem approach*. Oxford University Press, 242.
4. Didenko H. A. (2011). *Ekotoksykologichne obgruntuvannya zastosuvannya herbicydiv na posivakh soyi v Lisostepu Ukrayiny [Ecotoxicological study of application of herbicides on soybean crops in the Lisosteppe zone of Ukraine]*. Kyiv, 17.
5. Hrytsayenko Z. M., Karpenko V. P. (2007). *Aktyvnist' mikrobiolohichnykh protsesiv u ryzosferi yarooho yachmeny u zadiyi herbicydu y rist rehulyatora Emistymu C [The activity of microbial processes in the rhizosp here of spring barley for application of herbicide and plant growth regulatore mistym C]*. *Humicacid sandplanthormonesinplantgrowing. Coll. mat. Int. Conference. Kiev, Ukraine*, 176.
6. Karpenko V. P., Hrytsayenko Z. M., Prytulyak R. M., Poltorets'kyi S. P., tain. (2012) *Biolohichni osnovy intehrovanoyi diyi herbicydiv i rehulyatoriv rostu roslyn [Biological basis of integrated actions of herbicides and plant growth regulators]*. Uman: «Sochinskiy», 357.
7. Hrytsayenko Z. M., Hrytsayenko A. O., Karpenko V. P. (2003). *Metody biolohichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzhen' roslyn i gruntiv [Methods of biological and agrochemical research of plants and soil]*. Kyiv, Ukraine: ZAT „Nichlava”, 320.
8. Khazyev F. Kh. (2005). *Metody pochvenno yenzymolohyy [Methods of soil enzymology]*. Moscow, Russia: Science, 252.

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ В АГРОЦЕНОЗАХ СОИ
ПРИ РАЗДЕЛЬНОМ И ИНТЕГРИРОВАННОМ ПРИМЕНЕНИИ
ГЕРБИЦИДОВ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ
Ю. И. Ивасюк, В. П. Карпенко, Р. Н. Притуляк**

Аннотация. Исследовано влияние различных норм гербицида Фабиан (90, 100 и 110 г/га), регулятора роста растений Регоплант (250 мл/т предпосевная обработка семян, 50 мл/га –опрыскивание посевов) и

биологического препарата Ризобофит (100 мл/т семян) на прохождение микробиологических процессов в почве при выращивании сои. Доказано, что действие оптимальных норм исследуемых препаратов способствует значительному улучшению развития микробных сообществ при одновременной активизации их ферментативной активности.

***Ключевые слова:** микроорганизмы, грунтовые ферменты, гербицид, регулятор роста растений, микробиологический препарат, соя*

BIOLOGICAL SOIL ACTIVITY IN SOYBEAN AGROCENOSIS UNDER SEPARATE AND INTEGRATED USE OF HERBICIDES AND BIOLOGICAL AGENTS

I. I. Ivasiuk, V.P. Karpenko, R.M. Prytulyak

***Abstract.** Influence of different norms of herbicide Fabian (90, 100 and 110 g/ha), plant growth regulator Rehoplant (250 ml/t preplant seed treatment, 50 ml/ha – after germination treatment) and biological agent Ryzobofit (100 ml/t of seed) on passing microbiological processes in the soil in seeds of soybean was studied. It was found that the effect of optimal norms of studied products contributes to a significant improvement of microbial communities with simultaneous activation of their enzymatic activity.*

***Keywords:** microorganisms, soil enzymes, herbicide, plant growth regulator, microbiological agent, soybean*