

SOIL SUITABILITY FOR ORGANIC FARMING WITHIN AIR- TECHNOGENIC EMISSIONS OF CHEMICAL INDUSTRY**D.O. Semenov****National Scientific Center «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky», Kharkiv, Ukraine**

One of the main difficulties in the transformation of farmers to organic farming system is considerable costs over a long transition period and the lack of relevant information about the suitability of soils on ecological and toxicological characteristics. This is especially important for areas where the border is closely to agricultural and industrial production. Purpose: to assess the suitability of the soils on the territory of distribution zones of air-technogenic emissions of chemical industry for organic farming. With kriging method (statistical version of interpolation) there are develop map-schemes of land suitability for organic farming in accordance with applicable regulations of trace elements and heavy metals. Results: There are determined areas of excessive, optimal and insufficient content of available forms of trace elements and heavy metals in soil and their accumulation in crop production in the zone of atmospheric emissions of Avdeevka coke-chemical plant. It is shown the similarity of the accumulation of pollutants in soils and plants to the source of emission, indicating the patterns of distribution of emission components, depending on the direction of prevailing winds and terrain. Conclusions: we proved the priority of control for crop production to determine the extent of contamination of agro-ecosystems. Air emissions of chemical industry have led to the excessive accumulation of heavy metals in soils and plants, which indicates the unsuitability of such areas for organic farming.

Key words: soil, trace elements, heavy metals, organic farming, map-schemes suitability.

УДК 631.427.22

ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТУ ОПТИМАЙЗ 200 НА БІОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТУ В ПРИКОРЕНЕВІЙ ЗОНІ РОСЛИН СОЇ В УМОВАХ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА**О.Є. Найдюнова****ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», Харків, Україна
(oxana-naydyonova@mail.ru)**

У стаціонарному польовому досліді проведено дослідження з визначення екологічної та економічної ефективності застосування біопрепарату Оптимайз 200 на основі бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* для передпосівної інокуляції насіння сої в умовах органічної системи землеробства. Двічі за вегетаційний період (у фазі утворення третього справжнього трійчастого листка і у фазі дозрівання) у ґрунті прикореневої зони рослин сої визначали чисельність мікроорганізмів різних еколого-функціональних груп і ферментативну активність. Встановлено суттєвий позитивний вплив мікробного препарату на чисельність, структуру і функціонування мікробних угруповань, біохімічну активність ґрунту і урожай сої. Результати досліджень показали доцільність використання Оптимайз 200 в органічному виробництві сої на чорноземі опідзоленому.

Ключові слова: біологічні показники, біопрепарати, мікробні угруповання ґрунту, органічне землеробство, ферментативна активність ґрунту.

Вступ. В умовах гострого дефіциту якісних добрив на основі гною великої рогатої худоби та пташиного посліду для поліпшення поживного режиму ґрунту набуває актуальності застосування біопрепаратів на основі агрономічно корисних мікроорганізмів, які сприяють оптимізації кореневого живлення рослин, активізації аборигенної мікрофлори і позитивних ґрунтово-біологічних процесів, підвищенню біологічної активності ґрунту в прикореневої зоні рослин. Надзвичайно важливим є застосування мікробних препаратів за умов органічного землеробства, що дозволить підвищити урожайність та поліпшити якість продукції рослинництва і одночасно заощаджувати сировинні та енергетичні ресурси. Актуальним питанням є не тільки розробка таких біопрепаратів, але й визначення ефективності їх застосування в технологіях вирощування різних сільськогосподарських культур за умов органічного

землеробства на різних ґрунтах. До того ж постійно ведеться пошук нових активних агентів для створення біопрепаратів. У зв'язку з цим, нагальним питанням є оцінка ефективності застосування окремих мікробіологічних агрозаходів за біодіагностичними показниками в певних ґрунтово-кліматичних умовах.

Со́я – одна з провідних культур органічного виробництва в Україні. Як і переважна більшість бобових культур, со́я здатна вступати у симбіоз з бульбочковими бактеріями, які утворюють на її коренях бульбочки і забезпечують рослини екологічно чистим біологічним азотом. Відомо, що для бульбочкових бактерій характерна певна специфічність щодо родів, видів і навіть деяких сортів бобових рослин, з якими вони здатні формувати ефективні симбіотичні зв'язки. Специфічними для со́ї є бактерії, що належать до виду *Bradyrhizobium japonicum*. Але в ґрунтах України відсутні аборигенні бульбочкові бактерії со́ї, про що красномовно свідчить їх видова назва. Хоча у ґрунтах, на яких раніше вирощували со́ю, зустрічаються локальні інтродуковані популяції ризобій, але невисока азотфіксувальна активність ґрунтових ризобій або їх недостатня кількість у зоні проростання насіння для нодуляції рослин со́ї обмежує азотфіксувальний потенціал бобово-ризобіального симбіозу. До того ж, один і той самий вид бульбочкових бактерій може мати активні, малоактивні й зовсім неактивні штами. Тому, штучна інокуляція насіння селекціонованими активними штамми повинна бути обов'язковим елементом технології вирощування со́ї, особливо в органічному землеробстві.

Мета досліджень – встановити ефективність біопрепарату Оптимайз 200 на основі бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* за вирощування со́ї в органічному землеробстві за його впливом на стан мікробних ценозів чорнозему опідзоленого в прикореневій зоні рослин і урожайність со́ї.

Об'єкти і методика досліджень. Дослідження ефективності застосування біопрепарату Оптимайз 200 вели у 2015 р. у тривалому стаціонарному польовому досліді відділу агрохімії ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» з вивчення різних систем землеробства в ДП ДГ «Граківське дослідне поле ННЦ ІГА» (сmt Коротич Харківського району Харківської області) на чорноземі опідзоленому, на ділянках варіанту з органічною системою землеробства (облікова площа ділянки 168 м², повторність 3-разова). Дослід включав два варіанта – 1 – контроль (К) – насіння со́ї нічим не оброблене і 2 – насіння інокуюване Оптимайз 200 (І).

Інокулянт Оптимайз 200 для насіння со́ї виробництва компанії Байєр (Німеччина) створений на основі азотфіксувальних бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, які не лише фіксують атмосферний азот, але й синтезують рістстимулювальні речовини (вітаміни, гетероауксин, гіберелін тощо). Окрім штаму бактерій до складу інокулянта входить ліпохітоолігосахарид (ЛХО) та сучасний рідкий компонент для подовження терміну виживання корисних бактерій.

Передпосівну інокуляцію насіння со́ї сорту Діана проводили згідно з інструкцією виробника препарату.

Зразки ґрунту із прикореневої зони рослин со́ї відбирали двічі за вегетаційний період – на початку вегетації (10.06 2015 р. – у фазі утворення третього справжнього (трійчастого) листка і наприкінці вегетації (06.08.2015 р. – у фазі дозрівання бобів со́ї). У зразках визначали такі біологічні показники ґрунту:

1) чисельність мікроорганізмів головних еколого-функціональних груп методом мікробіологічного посіву на тверді елективні поживні середовища [1]: а) органотрофних бактерій – на м'ясо-пептоновий агар (МПА); б) мікроорганізмів, що засвоюють азот мінеральних сполук, і актиноміцетів – на крохмаль-амонійний агар (КАА); в) оліготрофних мікроорганізмів – на голодний агар (ГА); г) грибів – на середовище Ріхтера; д) бульбочкових бактерій – на соєвий агар (повторність 4-кратна: кожен ґрунтовий зразок висівався на кожне живильне середовище на

4 паралельні чашки Петрі);

2) показники, що характеризують функціональний стан мікробних угруповань і визначаються шляхом розрахунку співвідношення чисельності окремих груп мікроорганізмів, а саме, показники мінералізації [2, с. 24], оліготрофності [3] та мікробної трансформації органічної речовини ґрунту (МТОРГ) [4]. Загальне оцінювання впливу біопрепарату на мікробний ценоз проводили за сумарним біологічним показником (СБП), розрахованим методом відносних величин за Дж. Ацці [5];

3) біохімічна активність ґрунту за активністю ферментів фотоколориметричними методами: а) інвертази – за методом, викладеним Д.Г. Звягінцевим із співавторами [1, С. 157-158]; б) дегідрогенази – за А.Ш. Галстяном [6]; в) поліфенолоксидази – за Л.А. Карягіною та Н.А. Міхайловською [7].

Достовірність експериментальних даних оцінювали із застосуванням дисперсійного і кореляційного аналізів з використанням стандартного пакету програм «Statistica 6.0».

Аналіз результатів досліджень. Застосування біопрепарату Оптимайз 200 позитивно вплинуло на чисельність мікрофлори в ґрунті прикореневої зони рослин сої. Так, чисельність бактерій, що засвоюють органічний азот, у кореневій зоні рослин, які виростили з обробленого препаратом насіння, була вищою, ніж у кореневій зоні рослин контрольного варіанту на 24-46 % на всіх повтореннях польового дослідження, мікроорганізмів, що асимілюють мінеральні сполуки азоту – на 15-29 %, оліготрофів – на 9-48 %, кількість евтрофних мікроорганізмів перевищувала контроль на 18-36 % (табл. 1). За сумарним біологічним показником (СБП), розрахованим з урахуванням чисельності всіх досліджуваних груп мікроорганізмів, у середньому за вегетаційний період збільшення чисельності мікроорганізмів у ґрунті у прикореневій зоні рослин (усереднене за повтореннями) становило 23 % відносно контролю.

1. Вплив передпосівної інокуляції насіння сої біопрепаратом Оптимайз 200 на чисельність мікроорганізмів у ґрунті у прикореневій зоні

Мікробіологічні показники, одиниці вимірювання	Кількість мікроорганізмів								
	на початку вегетації			наприкінці вегетації			середня за вегетацію		
	К	І	НІР _{0,05}	К	І	НІР _{0,05}	К	І	
Мікроорганізми, що засвоюють органічний азот, млн КУО/г сухого ґрунту	15,87	18,49	1,68	19,59	29,56	7,64	17,73	24,02	
Мікроорганізми, що засвоюють мінеральний азот (загальна кількість), млн КУО/г сухого ґрунту	48,59	50,62	2,42	29,12	42,94	8,12	38,86	46,78	
Бактерії, що засвоюють мінеральний азот, млн КУО/г сухого ґрунту	37,56	38,55	–	22,41	33,19	–	29,99	35,87	
Актиноміцети, млн КУО/г сухого ґрунту	11,03	12,06	1,00	6,56	9,74	0,78	8,80	10,90	
Гриби, тис./г сухого ґрунту	36,03	35,39	4,12	44,73	55,75	8,62	40,38	45,57	
Оліготрофи, млн КУО/г сухого ґрунту	26,44	25,96	4,24	18,30	28,43	4,30	22,29	27,20	
Евтрофи, млн КУО/г сухого ґрунту	64,50	69,14	–	48,76	69,49	–	56,63	69,32	
Показник оліготрофності	0,41	0,38	–	0,37	0,41	–	0,39	0,39	
Показник мінералізації	3,06	2,74	–	1,49	1,45	–	2,19	1,95	
МТОРГ [†]	21,05	25,24	–	32,77	49,91	–	25,82	36,35	
СБП, %	100	106	–	100	145	–	100	123	

Примітка. К – насіння сої нічим не оброблене; І – насіння інокульоване Оптимайз 200

Ознаками позитивного впливу біопрепарату на функціональний стан мікробного ценозу є зниження показника мінералізації азотовмісних речовин, що опосередковано свідчить про зниження мінералізаційних процесів і сприяє збереженню поживних речовин у ґрунті, а також суттєве зростання коефіцієнта мікробної трансформації органічної речовини ґрунту (МТОРГ), яке свідчить про посилення мікробіологічних процесів у ґрунті прикореневої зони.

Зважаючи на те, що активним біоагентом препарату є штам бульбочкових бактерій, в ґрунті прикореневої зони рослин сої двічі за вегетацію визначали чисельність бактерій, що ростуть на соєвому агарі. Виявлено помітне збільшення як загальної кількості бактерій, що виростили на цьому середовищі, так і кількості бактерій штаму, який входить у склад біопрепарату (табл. 2).

2. Вплив застосування біопрепарату Оптимайз-200 на чисельність бульбочкових бактерій в ґрунті впродовж вегетації сої

Варіант дослідження	Кількість бактерій					
	на початку вегетації		наприкінці вегетації		середня за вегетацію	
	загальна кількість	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	загальна кількість	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	загальна кількість	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>
Контроль	36,23	3,26	29,57	3,63	32,99	3,45
Оптимайз 200	41,88	13,46	38,82	5,35	40,35	9,41
НІР _{0,05}	2,28	1,06	4,32	1,02	–	–

Фенологічні спостереження за ростом і розвитком сої показали, що рослини, які виростили з обробленого препаратом насіння, були вищими, ніж рослини на контролі, мали яскраво-зелений колір листя, на відміну від рослин контрольних варіантів, листя яких було бліде, жовтуватого забарвлення. Бульбочки на коренях рослин у контрольному варіанті не утворювалися взагалі, а на коренях інокульованих рослин спостерігалося рясне їх утворення (рис. 1).



А – контроль, без інокуляції

Б – з інокуляцією біопрепаратом Оптимайз 200

Рис. 1. Вплив передпосівної інокуляції насіння сої препаратом на основі бактерій *Bradyrhizobium japonicum* на утворення бульбочок на коренях рослин

Важливим показником біологічної активності ґрунту є його ферментативна активність. Виявлений кореляційний зв'язок між активністю ферментів і родючістю ґрунту дозволяє використовувати рівень ферментативної активності для оцінки ефективності агрозаходів. Активність дегідрогенази та інвертази підвищувалася у разі застосування Оптимайз 200 як на початку, так і наприкінці вегетації, в середньому за повтореннями і за вегетацію на 12 і 13 % відповідно (табл. 3). Позитивний вплив на поліфенолоксидазну активність спостерігали лише на початку вегетації.

3. Вплив застосування біопрепарату Оптимайз-200 на ферментативну активність ґрунту

Варіант досліджу	Активність ферментів, одиниці вимірювання								
	Дегідрогеназа, мг ТФФ / 100 г ґрунту за 24 години			Інвертаза, мг глюкози / 1 г ґрунту за 24 години			Поліфенолоксидаза, мг 1,4-п-бензохінону / 10 г ґрунту за годину		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Контроль	133,83	179,5	156,67	5,62	4,46	5,04	476,67	488,00	482,34
Оптимайз 200	142,00	209,5	175,75	6,15	5,24	5,70	508,67	450,67	479,67
НІР _{0,05}	7,82	9,24	–	0,37	0,53	–	10,15	14,84	–

Примітка. Цифрами позначено: 1 – на початку вегетації, 2 – наприкінці вегетації, 3 – середні за вегетацію.
ТФФ – трифенілформазан.

Оптимізація азотного живлення компонентом біопрепарату та підвищення біологічної активності ґрунту в прикореневій зоні рослин відбилися на врожаї сої. Прибавки врожаю становили 4,08 (перше повторення), 5,6 (друге повторення) і 4,04 ц/га (третє повторення), що у середньому становить 4,5 ц/га (табл. 4).

4. Вплив застосування біопрепарату Оптимайз 200 на урожай зерна сої сорту Діана

Урожай зерна, ц/га, за варіантами і повтореннями						Середній за повтореннями	
1		2		3			
Контроль	Оптимайз 200	Контроль	Оптимайз 200	Контроль	Оптимайз 200	Контроль	Оптимайз 200
7,14	11,22	5,90	11,50	5,66	9,70	6,23	10,81

Примітка. НІР_{0,05} = 2,21; F_{табл. 0,05} = 18,51; F_{факт.} = 79,33

Виявлено тісний кореляційний зв'язок біологічних показників ґрунту у прикореневій зоні рослин сої з урожаєм. Встановлено, що найбільш тісно корелювали з урожаєм чисельність бульбочкових бактерій, зокрема *Bradyrhizobium japonicum*, чисельність оліготрофів, евтрофів, мікроорганізмів, що засвоюють органічний і мінеральний азот і СБП. Зворотній зв'язок в усіх випадках встановлено між урожаєм і показниками оліготрофності та мінералізації. Коефіцієнти кореляції представлено в табл. 5

5. Кореляційний зв'язок параметрів біологічних показників ґрунту з урожайністю сої сорту Діана на чорноземі опідзоленому в умовах органічного землеробства

Біологічні показники	Коефіцієнт кореляції (r)
Бактерії, що засвоюють органічний азот	0,76
Бактерії, що засвоюють мінеральний азот	0,72
Актиноміцети	0,68
Бульбочкові бактерії	0,99
Евтрофи	0,76
Показник оліготрофності	-0,46
Показник мінералізації	-0,12
МТОРГ	0,63
СБП	0,69
Дегідрогеназа	0,30
Інвертаза	0,34
Поліфенолоксидаза	0,12

Розрахунки показали, що економічний ефект від застосування препарату Оптимайз 200 для передпосівної обробки насіння сої за умов органічного землеробства полягає у можливості здобування додаткового доходу за цінами реалізації 2015 р. у розмірі 3070 грн/га, що, за сформованого у 2014 р. рівня рентабельності, може забезпечити додатковий прибуток 2283 грн/га.

Висновки. Встановлено позитивний вплив застосування біопрепарату Оптимайз 200 в умовах органічного землеробства на параметри біологічних показників чорнозему опідзоленого в прикореневій зоні рослин і урожайність сої сорту Діана.

Під дією препарату підвищилася чисельність мікрофлори у ґрунті кореневої зони, а на коренях рослин, насіння яких було оброблено біопрепаратом, рясно утворювалися бульбочки, прискорився ріст і розвиток рослин та зріс урожай сої. У середньому чисельність мікроорганізмів у ґрунті прикореневої зони рослин збільшилася на 23 %, активність дегідрогенази та інвертази підвищилася на 12-13 %, урожай сої зріс на 4,58 ц/га.

Список використаної літератури

1. *Методы почвенной микробиологии и биохимии* / Д.Г. Звягинцев, И.В. Асеева, И.П. Бабьева, Т.Г. Мирчинк. – М.: МГУ, 1980. – 224 с.
2. *Мишустин Е.Н.* Ассоциации почвенных микроорганизмов / Мишустин Е.Н. – М.: Наука, 1975. – 107 с.
3. *Аристовская Т.В.* Методы изучения микрофлоры почв и её жизнедеятельности / Т.В. Аристовская, Ю.А. Худякова // Методы стационарного изучения почв. – М.: Наука, 1977. – С.141 – 286.
4. *Муха В.Д.* О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов / В.Д. Муха // Сб. науч. тр. ХСХИ, т. 273, Харьков, 1980. – С. 13 – 16.
5. *Ацци Дж.* Сельскохозяйственная экология / Дж. Ацци; пер. с англ. Н.А. Емельяновой, О.В. Лисовской, М.П. Шикеданц; под ред. В.Е. Писарева. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1959. –С. 242 – 243.
6. *Хазиев Ф.Х.* Ферментативная активность почв / Ф.Х. Хазиев. – М.: Наука, 1976. – С. 39 – 40.
7. *Карагіна Л.А.* Вызначенне активнасті поліфенолаксидазы і пероксидазы у глебе / Л.А. Карагіна, Н.А. Міхайлоўская // Весці АН БССР, серія с.-г. навук. – Мінск, 1986. – № 2. – С. 40-41.

Стаття надійшла до редколегії 3.11.2015

INFLUENCE OF THE BIOLOGICAL PREPARATION OPTIMIZE 200 ON THE ECOLOGICAL STATE OF SOIL IN THE ROOT ZONE OF SOYBEEN PLANTS IN THE CONDITIONS OF ORGANIC FARMING

O.E. Naydyonova

National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky", Kharkiv, Ukraine
(oxana-naydyonova@mail.ru)

In the stationary field experiment we have identified the ecological and economic efficacy of the biological preparation Optimize 200 based on nodule bacteria *Bradyrhizobium japonicum* for presowing inoculation of soybean seeds under conditions organic farming systems. Twice during the growing season (at the phase of formation the third ternate leaves and maturation phase) in the soil of soybeans plants' root zone (in the phase of formation of the third ternate leaves and maturation phase) we have identified a number of microorganisms belonging to main ecological and functional groups and the soil enzymatic activity. It was found a significant positive impact of microbial preparation on the number, structure and function of microbial communities and biochemical activity in the soil of soybeans plants' root zone and soybean yield. The results showed the feasibility of using Optimize 200 in organic production of soybean cultivar Diana on chernozem podzolized.

Key words: biological indicators, biological preparations, the soil microbial communities, organic farming, soil enzymatic activity.