

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БІОПРЕПАРАТУ SOIL ALGAE НА ТОКСИЧНІСТЬ ЗАЛИШКІВ ПЕСТИЦИДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ БІОТЕСТІВ

А.В. САЛЬНІКОВА,

*кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри
загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності,*

<https://orcid.org/0000-0001-6706-2140>

Національний університет біоресурсів та природокористування України

С.М. САЛЬНІКОВ,

кандидат сільськогосподарських наук, науковий співробітник,

<https://orcid.org/0000-0002-6704-2729>

Інститут здоров'я рослин

Анотація. Проблема залишків пестицидів на сільськогосподарських землях не втрачає своєї актуальності, оскільки з'являються все нові препарати, які можуть бути токсичними для навколишнього природного середовища. У світі широко застосовуються біопрепарати, які володіють відновлювальними властивостями у ґрунті.

Використання біопрепаратів саме мікробного походження може спричинити сукупність різних процесів, які можуть сприяти покращенню властивостей ґрунту, його ремедіації, тощо. Особливо важливим з екологічної точки зору є саме зменшення прояву токсичних властивостей залишків пестицидів у ґрунті. Біопрепарат *Soil algae* є мікробним біопрепаратом, що отримується шляхом культивування бактерій *Noctos commune* за допомогою відповідної технології. Бактерії *Noctos commune* так само володіють здатністю до активізації процесів мікробіологічної активності ґрунту.

Для дослідження впливу біопрепарату *Soil algae* польові (внесення біопрепарату у різних концентраціях на поля із відомим пестицидним фоном) лабораторні (проведення біотестування для з'ясування впливу біопрепарату на токсичні властивості пестицидів) дослідження.

Біотестування проводилось різними методами для визначення впливу біопрепарату на різних етапах росту і розвитку сільськогосподарських культур, на процеси мікробіологічного перетворення у ґрунті.

Токсичність залишків пестицидів визначали у чорноземі типовому середньосуглинковому після польового дослідження проведеного на базі ВП НУБІП України «Агрономічна дослідна станція». Визначення впливу біодобрива

Soil algae на токсичність ґрунту проводили за використання різних методів, а саме: визначення фітотоксичності ґрунту на культурах крес салат, редис сорту з червоним кінчиком, горох та пшениця тверда; визначення гальмівної дії біодобрива на ріст вищих рослин; дослідження загальної чисельності ґрунтових мікроорганізмів; дослідження нітрифікаційної здатності ґрунту за методом Кравкова та інгібіторної дії на мінералізацію ґрунту.

*Фітотоксичність ґрунту чорнозему типового середньосуглинкового зменшувалась при збільшенні концентрації препарату, проте лише до певної межі. Норма біопрепарату 8 л/га призвела до збільшення кількості пророслого насіння крес салату, редису, гороху та пшениці твердої. Це може свідчити здатність впливу бактерій *Nostoc commune* на процеси у ґрунті, що сприяють зменшенню токсичних властивостей залишків пестицидів у ґрунті.*

Ключові слова: Пестициди, залишки пестицидів, біотестування, токсичність.

Вступ.

Сучасне сільське господарство значно мірою залежить від застосування синтетичних агрохімікатів та пестицидів, інтенсивності обробітку ґрунту та зрошення. Ці заходи допомагають багатьом людям задовольняти свої потреби в продовольчій продукції. Однак ця діяльність спричинила ряд екологічних проблем в тому числі погіршення якісних показників родючості ґрунту (Kumar M., 2012; Singh J. S., 2016). Для підвищення ефективності використання ресурсів в сільськогосподарському виробництві, необхідно впроваджувати технології, що сприяють підвищення продуктивності, використовуючи обмежені ресурси без нанесення непоправимої шкоди довкіллю.

Новітні технології передбачають використання інновацій, зокрема - мікробні інокулянти, в тому числі бактерії (*Azotobacter*), ціанобактерії (синьо-зелені водорості) і мікоризні гриби, які забезпечують поживними речовинами для рослин, сприяють родючості ґрунту та зберігають структу-

ру ґрунту (Koller M. 2012). Препарати що містять ціанобактерії це найбільш інноваційний та доцільний для застосування в екологічно чистих і сталих сільськогосподарських системах вид біологічних препаратів (Singh J.S., 2016, Singh R., 2017).

Ціанобактерії володіють рядом переваг, а саме явищем фотосинтезу, N-фіксацію, автотрофною здатністю, виробляють стимуляцію росту такі речовини, як гормони, вітаміни, амінокислоти та органічні кислоти (Wilson L.T., 2006). Ціанобактерії сприяють істотно для біогеохімічних циклів вуглецю, азоту та кисню (Karl D, De Ruyter Y.S., 2008).

Тому велику увагу науковці наразі приділяють дослідженням впливу різних ціано бактерій, зокрема з роду *Nostoc*, на ґрунт, рослину та ін. *Nostoc* – це рід ниткоподібних азотфіксуючих ціанобактерій, які утворюють макроскопічні або мікроскопічні колонії та поширені як у наземному, так і у водному середовищах (Potts, 2002).

Nostoc spp. можуть бути використані для реабілітації ґрунту (Rossi,

2017) і як природні азотні добрива, зокрема на рисових полях (Pereira, 2009), що доведено дослідженнями багатьох науковців у всьому світі.

Згідно з науковими дослідженнями, за обробки насіння ціанобактеріями зростає схожість та енергія проростання, що має важливу роль для процесу формування урожаю рису (Jongdee та ін., 2002). Доведено також прямий зв'язок між схожістю насіння і його врожайністю (Murungu, 2003; Sawan, 2009).

Обробка насіння біопрепаратами один із цінних методів для підвищення схожості насіння і отримання ранніх дружніх сходів (Lee and Kim, 1999; Фарук 2006, 2007), що було досліджено на різних сільськогосподарських культурах.

Корисні ефекти обробки насіння водоростями *Nostoc spp.* були проаналізовані на різних культурах, таких як рис, ячмінь, огірок, помідори, бавовна, конюшина, кукурудза, і салат (Seifikalhor, 2019; Shariatmadari, 2013; Таджуддін, 2005 рік; Юнесі, 2019; Rezaee, 2019; Солтані, 2019).

Матеріали та методи дослідження.

Дослідження проводились у на базі Відокремленого підрозділу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Агрономічна дослідна станція» (ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція»). Норма внесення препарату заявлена виробником – 3-6 л/га для прикореневого внесення. Відповідно до цього обрано та складено схему досліду з вивчення оцінки впливу на основі *Nostoc commune* на кількість залишків пестицидів у ґрунті передбачала такі варіанти: 1)

контроль (без біодобрив), 2) внесення біодобрив у нормі 4 л/га, 3) внесення біодобрив у нормі 8 л/га, 4) внесення біодобрив у нормі 12 л/га. Варіанти розміщено рандомно. Культура – кукурудза (гібрид Дельфін). Площа дослідних ділянок 100м². Внесення у ґрунт.

Переважаючий тип ґрунту на полях господарства – чорнозем типовий середньосуглинковий. Фізико-хімічні показники чорнозему типового середньосуглинкового: рН сольової витяжки 7,2 – 7,7±0,49, вміст гумусу – 3,6 – 5,8±0,15, вміст азоту – 108 – 150±15 мг/кг, вміст фосфору – 98,01 – 142,0±9 мг/кг, вміст калію – 58,38 – 141,0±4 мг/кг.

Відбір зразків для визначення вмісту залишків пестицидів здійснювався за ДСТУ ISO 10381-1:2004 «Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо складання програми відбирання проб (ISO 10381-1:2002, IDT)», ДСТУ ISO 10381-2:2004 «Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 2. Настанови з методів відбирання проб (ISO 10381-2:2002, IDT)». Були відібрані середньозважені проби ґрунту з шару 0-20 см ручним пробовідбірником.

Екотоксикологічні дослідження біодобрива *Soil algae* проводили за використання різних тест-об'єктів, а саме: за використанням ДСТУ ISO 17126:200 «Якість ґрунту. Визначення впливу забрудників на флору ґрунту. Спостережний дослід на проростання насіння салату (*Lactuca sativa* L.)» на культурах: салат, редис сорту з червоним кінчиком, горох та пшениця тверда; визначення гальмівної дії біодобрива на ріст вищих рослин за ДСТУ ISO 11269-1:2004 «Якість ґрунту. Визначення дії забрудників на флору ґрунту. Частина

1. Метод визначання інгібіторної дії на ріст коренів»; дослідження загальної чисельності ґрунтових мікроорганізмів проводився методом висіву на живильне середовище (картопляний агар (КА));, дослідження нітрифікаційної здатності ґрунту за методом Кравкова; інгібіторної дії на мінералізацію ґрунту за ДСТУ ISO 14238:2003.

Результати дослідження та їх обговорення.

Для дослідження можливості накопичення залишків пестицидів у

ґрунтах було обрано підприємство з ординарною системою захисту сільськогосподарських культур ВП НУ-БіП України «Агрономічна дослідна станція». Уміст залишків пестицидів у ґрунті може негативно впливати на урожайність сільськогосподарських культур, співвідношення мікроорганізмів у ґрунті, фізико-хімічні процеси, тощо. Тому було важливим провести комплексне дослідження впливу біопрепарату Soil algae на токсичні властивості, що проявляються у впливі на ростові процеси рослин та

Отримані результати підтвердили припущення щодо пригнічення рос-

1. Уміст залишків пестицидів на полі №2 ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» після внесення пестицидів, вересень 2021 року

Назва діючої речовини	Вміст у ґрунті, мг/кг	Відхилення, мг/кг	Максимально-допустимі рівні, мг/кг
Контроль (без біодобрив)			
Азоксистробін	0,011	±0,006	0,3
Імідаклоприд	0,075	±0,020	0,04
Метолахлор	0,080	±0,019	0,02
p,p'-ДДТ	0,027	±0,012	0,1
Норма внесення 4 л/га			
Імідаклоприд	0,039	±0,005	0,04
Хлорантраніліпрол	0,019	±0,010	0,1
Метолахлор	0,063	±0,031	0,02
p,p'-ДДТ	0,023	±0,014	0,1
Норма внесення 8 л/га			
Імідаклоприд	0,040	±0,020	0,04
Хлорантраніліпрол	0,018	±0,009	0,1
Метолахлор	0,038	±0,040	0,02
p,p'-ДДТ	0,022	±0,011	0,1
Норма внесення 12 л/га			
Ципроконазол	0,011	±0,006	0,01
Імідаклоприд	0,052	±0,026	0,04
Метолахлор	0,047	±0,024	0,02
p,p'-ДДТ	0,024	±0,011	0,1

2. Вплив біопрепарату Soil algae на загальну кількість мікроорганізмів чорнозему типового середньо суглинкового (польовий дослід)

Культура	Варіант дослід	Загальна кількість організмів, кл/мл
Кукурудза (гібрид Дельфін)	Контроль (без біодобрив)	$7,4 \pm 1,5 \times 10^6$
	Норма внесення 4 л/га	$8,9 \pm 0,3 \times 10^6$
	Норма внесення 8 л/га	$2,2 \pm 0,1 \times 10^6$
	Норма внесення 12 л/га	$1,9 \pm 0,1 \times 10^6$

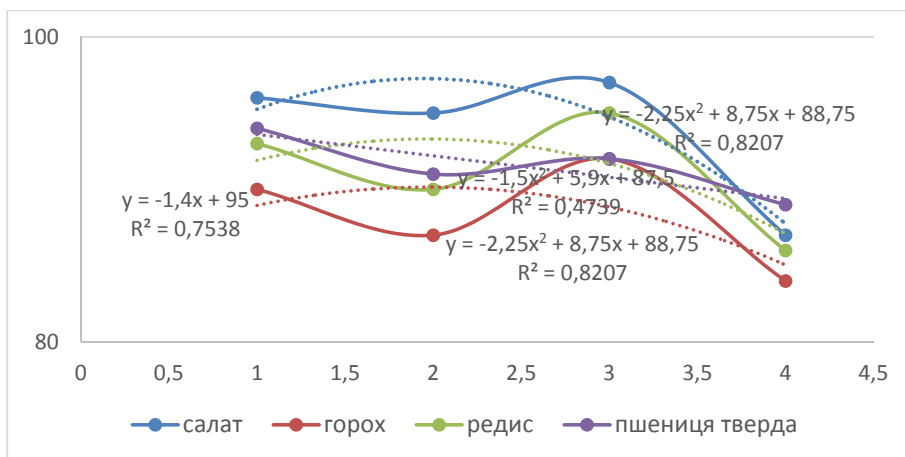


Рис. 1. Визначення фітотоксичності чорнозему типового середньосуглинкового після внесення біодобрива Soil algae

ту і розвитку рослин через наявність ґрунті значної кількості біодобрива. Досліджуване поле характеризується великою кількістю різноманітних залишків пестицидів, а також тут встановлене перевищенням допустимих рівнів вмісту азоксистробіну та ципроконазолу (табл. 1).

Також були проведені лабораторні дослідження із визначення фітотоксичності ґрунту після внесення біопрепарату Soil algae на дослідних ділянках поля №2 на крес салаті, редисі, горосі та пшениці твердій.

Результати визначення фітотоксичності ґрунту чорнозему типового середньосуглинкового свідчать, що найкращий результат показало

внесення біопрепарату у нормі 8 л/га, що призвело до збільшення кількості пророслого насіння на 5%. Це свідчить про зменшення токсичних властивостей залишків пестицидів присутніх у ґрунті під час проведення досліджень.

Важливим аспектом токсичного впливу пестицидів на ґрунт є зменшення його біологічної активності, тому ми проводили дослідження вмісту мікроорганізмів у ґрунті після внесення біопрепарату Soil algae (табл. 2).

Результати дослідження показали, що за норми внесення 4 л/га була зафіксована найбільша кількість мікроорганізмів, проте, за внесення більших

3. Вплив біопрепарату Soil algae на нітрифікаційну здатність чорнозему типового середньо суглинкового та інгібіторну дію на процеси мінералізації

Варіант досліду	Нітрифікаційна здатність ґрунту, мг/кг	Інгібіторна дія на мінералізацію (ID)
Контроль (без біодобрив)	140,8±0,2	-
Норма внесення 4 л/га	145,5±0,15	+1,2
Норма внесення 8 л/га	139,1±0,17	-0,9
Норма внесення 12 л/га	134,4±0,19	-6,4

НІР 0,5 = 4,56

4. Вплив залишків пестицидів та біопрепарату Soil algae на ріст ячменю (*Hordeum vulgare* L.), сорту Тріумф

Норма внесення біопрепарату Soil algae	Довжина кореня, мм	Відхилення від контролю, %	Довжина стебла, мм	Відхилення від контролю, %
Контроль (без біодобрив)	40	0	109	0
Норма внесення 4 л/га	44	+10	111	+1,8
Норма внесення 8 л/га	45	+12,5	113	+3,7
Норма внесення 12 л/га	38	-5	106	-2,3

НІР 0,5 = 6,78

концентрацій біодобрива було видно суттєве пригнічення процесів життєдіяльності ґрунтової мікробіоти.

Наступним важливим аспектом аналізу токсичності ми обрали нітрифікаційну здатність оскільки вона також представляє процеси перетворення важливих для рослин елементів. Дослідження показали пригнічення процесів нітрифікації та наявну дію пригнічення на процеси мінералізації у ґрунті (табл. 3).

Для визначення впливу залишків пестицидів та біопрепарату Soil algae на ріст і розвиток сільськогосподарських культур проводили біотест із використанням ячменю (*Hordeum vulgare* L.), сорту Тріумф. Отримані дані (табл. 4) свідчать про збільшення інтенсивності росту за збільшення норми концентрації препарату, але до

певної межі, оскільки за норми 12 л/га є виражене пригнічення ростових процесів.

Висновки і перспективи.

Досліджуваний ґрунт містить велику кількість різноманітних залишків пестицидів, зокрема, перевищення норм вмісту азоксистробіну та ципроконазолу.

Використання методу біотестування дає можливість встановити негативну дію залишків пестицидів на проростання сільськогосподарських культур. Визначенням фітотоксичності ґрунту після внесення біопрепарату на основі *Nostoc commune* (Soil algae) показав, що найефективніша норма застосування препарату 4 – 8 л/га.

Загальна кількість мікроорганізмів зменшується зі збільшенням концентрації біопрепарату Soil algae, тому рекомендована норма внесення 4-8 л/га. За норми внесення 4 л/га загальна кількість мікроорганізмів $8,9 \pm 0,3 \times 10^6$ кл/мл, за норми 8 л/га їхня кількість значно зменшилась і становила $2,2 \pm 0,1 \times 10^6$ кл/мл. Саме така концентрація біопрепарату володіє оптимальними параметрами для ймовірного зменшення токсичного ефекту від залишків пестицидів у ґрунті. Це ж показав аналіз нітрифікаційної здатності і інгібіторної дії на мінералізацію ґрунту.

Ростовий тест із застосуванням ячменю (*Hordeum vulgare* L.), сорту Тріумф підтвердив результати попередніх досліджень, оскільки норми внесення 4-8 л/га характеризувалися збільшенням довжини коренів (+10-12,5%) та стебла (+1,8-3,7%) щодо контролю.

Отже, дослідження впливу біопрепарату Soil algae на екотоксикологічні властивості залишків пестицидів показали, що норма внесення 4-8 л/га можуть сприяти зменшенню їхнього токсичного ефекту на сільськогосподарські культури.

References

1. Kumar M., Baudh K., Sainger M., Sainger P.A., Singh J.S. and Singh R.P. 2012 Increase in growth, productivity and nutritional status of rice (*Oryza sativa* L. cv. Basmati) and enrichment in soil fertility applied with an organic matrix entrapped urea J. Crop Sci. Biotechnol. 15: 137–144.
2. Singh J.S., Strong P.J. 2016 Biologically derived fertilizer: a multifaceted bio-tool in methane mitigation Ecotoxicol. Environ. Saf 124: 267–276.
3. Koller M., Salerno A., Tuffner P., Koinigg M., Bozhzelt H. and Schoberd S 2012 Characteristics and potential of micro algal cultivation strategies: a review J. Clean. Prod. 37: 377–388.
4. Singh J.S., Kumar A., Rai A.N. and Singh D P 2016 Cyanobacteria: a precious bio-resource in agriculture, ecosystem, and environmental sustainability Front. Microbiol. 7: 529.
5. Singh R., Parihar P., Singh M., Bajguz A., Kumar J. and Singh S. 2017 Uncovering potential applications of cyanobacteria and algal metabolites in biology, agriculture and medicine: current status and future prospects Front. Microbiol. 8: 515.
6. Wilson L.T. 2006 Cyanobacteria: A Potential Nitrogen Source in Rice Fields Texas Rice 6: 9–10.
7. Karl D., Michaels A., Bergman B., Capone D., Carpenter E. and Letelier R. 2002 Dinitrogen fixation in the World's Oceans. In: Boyer W. and Howarth R.W. (Eds.). The Nitrogen Cycle at Regional to Global Scales, (Springer) 47–98.
8. De Ruyter Y.S. and Fromme P. 2008 Molecular structure of the photosynthetic apparatus, In: Herrero A. and Flores E. (Eds.) The Cyanobacteria: Molecular Biology, Genomics and Evolution, Caister Academic Press, Norfolk 217-270.

Salnikova A., Salnikov S. (2022).

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE SOIL ALGAE BIOFETERLIZE ON THE TOXICITY OF PESTICIDE RESIDUES WITH THE HELP OF BIOTESTS

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 13(3-4): 79-86.

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/16782>

[https://doi.org/10.31548/biologiya13\(3-4\).2022.100](https://doi.org/10.31548/biologiya13(3-4).2022.100)

Abstract. *The problem of pesticide residues on agricultural land does not lose its relevance, as new drugs appear that can be toxic to the natural environment. Biopreparations that have restorative properties in the soil are widely used in the world.*

The use of biological preparations of microbial origin can cause a combination of various processes that can contribute to the improvement of soil properties, its remediation, etc. Especially important from the ecological point of view is the reduction of the manifestation of toxic properties of pesticide residues in the soil. Biopreparation Soil algae is a microbial biopreparation obtained by cultivating Noctoc commune bacteria using the appropriate technology. In turn, Noctoc commune bacteria have the ability to activate the processes of microbiological activity of the soil.

To study the effect of the biological preparation Soil algae, field (application of the biological preparation in various concentrations to fields with a known pesticide background) and laboratory (conducting biotesting to find out the effect of the biological preparation on the toxic properties of pesticides) studies.

Biotesting was carried out by various methods to determine the effect of the biological preparation at various stages of growth and development of agricultural crops, on the processes of microbiological transformation in the soil.

The toxicity of pesticide residues was determined in a typical medium-loamy chernozem after a field study conducted on the basis of the Agronomic Research Station of the NUBiP of Ukraine. Determination of the effect of biofertilizer Soil algae on soil toxicity was carried out using various methods, namely: determination of soil phytotoxicity on watercress, red-tip radish, peas, and durum wheat crops; determination of the inhibitory effect of biofertilizer on the growth of higher plants; study of the total number of soil microorganisms; research of the nitrifying ability of the soil according to the Kravkov method and the inhibitory effect on soil mineralization.

Phytotoxicity of typical medium-loam chernozem soil decreased with increasing drug concentration, but only up to a certain limit. The rate of the biological preparation of 8 l/ha led to an increase in the number of germinated seeds of watercress, radish, peas and durum wheat. This can be evidenced by the ability of Noctoc commune bacteria to influence processes in the soil, which contribute to reducing the toxic properties of pesticide residues in the soil.

Key words. *Pesticides, pesticide residues, evaluation, biotesting, toxicity.*
