Agriculture. Plant growing
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 633.853.494:635.655 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.10**

SOYBEAN PRODUCTIVITY DEPENDING ON TECHNOLOGY OF PRE-SOWING TILLAGE AND INOCULATION

V. V. Hanhur*
O. S. Pypko
O. O. Prokopiv

ORCID 0000-0002-5619-492X

Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody St., Poltava, 36000, Ukraine
**Correspondence author*
E-mail: volodimirgangur@gmail.com

How to Cite

Hanhur, V. V., Pypko, O. S., & Prokopiv O. O. (2021). Soybean productivity depending on technology of pre-sowing tillage and inoculation. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 85–90. doi: 10.31210/visnyk2021.04.10

In the technology of soybean cultivation, tillage is the most effective factor in regulating the intensity of microbiological processes occurring in the soil. The course of these processes is significantly influenced by the method, depth, timing of both the basic and pre-sowing tillage. They directly affect the accumulation of moisture, soil porosity, and the movement of mineral nutrients. The aim of the study was to determine the effect of pre-sowing tillage with various tillage implements and seed inoculation on the conditions of plant growth and development, as well as the formation of soybean crop productivity. In the process of research the following scientific methods were used: analysis, synthesis, field, and statistical. The studies have shown that pre-sowing tillage with KPS-4 and seed inoculation with Rhizohumin microbiological preparation increased the grain yield of soybean by 0.20 t/ha or 9.3 % compared to the control. When KUN-6.3 cultivator was used for pre-sowing tillage, the yield level increased to 2.16 t/ha, or was by 0.08 t/ha higher than in the previous variant of the experiment. The action of the bacterial preparation aimed at intensifying the processes of symbiotic nitrogen fixation, contributed to an increase in crop yield by 0.22 t/ha or 10.2 %. The highest level of soybean seed yield – 2.48 t/ha was obtained at introducing pre-sowing soil loosening with AK-6 unit and pre-sowing seed bacterization with a strain of nodule bacteria included in Rhizohumin microbiological preparation into the growing technology. The increase in seed yield as a result of inoculation was 0.24 t/ha or 10.7 %. Economic calculations showed that the highest conditional net profit, which amounted to 22,949.1-26,796.2 UAH/ha and the profitability of growing the crop – 162.7-188.3 % were in the variant of pre-sowing soil tillage with AK-6 unit. Thus, the experimental data show that the most effective element of soybean cultivation technology is the combination of pre-sowing soil loosening with AK-6 unit and seed bacterization with Rhizohumin microbiological preparation.

Key words: *soybean, tillage methods, tillage implements, seed inoculation, yield, economic efficiency.*

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ІНОКУЛЮВАННЯ

В. В. Гангур, О. С. Пипко, О. О. Прокопів
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У технології вирощування сої обробіток є найбільш дієвим фактором регулювання інтенсивності мікробіологічних процесів, які відбуваються у ґрунті. На перебіг цих процесів значний вплив мають спосіб, глибина, строки як основного, так і передпосівного обробітку. Метою досліджень було

з'ясувати вплив передпосівного обробітку ґрунту різними ґрунтообробними знаряддями та інокулювання насіння на умови росту і розвитку рослин, формування продуктивності посівів сої. У процесі дослідження використано такі наукові методи: аналіз, синтез, польовий, статистичний. Дослідження свідчать, що у разі передпосівної культивації КПС-4 та інокулювання насіння мікробіологічним препаратом Ризогумін урожайність зерна сої перевищувала контроль на 0,20 т/га або 9,3 %. За умови використання для передпосівного обробітку культиватора КУН-6,3 рівень урожайності зріс до 2,16 т/га або був вищим порівняно із попереднім варіантом на 0,08 т/га. Приріст урожайності зерна сої від бактеризації насіння становив 0,22 т/га або 10,2 %. Найнижчий рівень урожайності насіння сої – 2,48 т/га одержано у разі впровадження в технологію вирощування проведення передпосівного розпушування ґрунту агрегатом АК-6 та передпосівної бактеризації насіння штамом бульбочкових бактерій, які входять до мікробіологічного препарату Ризогумін. Приріст врожаю від інокулювання становив 0,24 т/га або10,7 %. Економічні розрахунки свідчать, що у разі проведення передпосівного обробітку ґрунту агрегатом АК-6 найвищим був умовний чистий прибуток, який становив 22949,1–26796,2 грн/га та рентабельність вирощування культури – 162,7–188,3 %. Отже, експериментальні дані свідчать, що найбільш ефективним є поєднання в технології вирощування культури сої таких елементів, як передпосівне розпушування ґрунту агрегатом АК-6 та бактеризація насіння мікробіологічним препаратом Ризогумін.

***Ключові слова*:** *соя, способи обробітку ґрунту, ґрунтообробні знаряддя, інокулювання насіння, урожайність, економічна ефективність.*

Вступ

Серед зернобобових культур, які культивуються у світовому землеробстві, провідне місце належить сої. Вирощування цієї культури виконує цінну функцію, зокрема позитивно впливає на складний процес трансформації речовин у природному середовищі. Завдяки симбіотичній азотфіксації та кореневим і післяжнивним решткам ґрунт збагачується біологічно зв'язаним азотом у розмірі близько 80–100 кг/га [13].

Соя відноситься до високотехнологічних культур. Зважаючи на це, за умови розроблення нових або вдосконалення наявних елементів технології вирощування важливо застосовувати науковий підхід, тобто всебічно оцінювати відповідність запропонованих прийомів біологічним особливостям культури та ґрунтовим, кліматичним умовам регіону [4].

До того ж важливо спрямовувати весь технологічний процес на активізацію біологічної фіксації та збільшення вмісту азоту в урожаї основної та побічної продукції, що забезпечить додаткове надходження біологічного азоту у ґрунт [14, 15, 18].

У технології вирощування сої найбільш впливовим чинником в управлінні інтенсивністю мікробіологічних процесів ґрунту є його обробіток. На біогенну активність ґрунту значний вплив має спосіб, глибина, строки як основного, так і передпосівного обробітку. Вони мають безпосередній вплив на вологість, ступінь аерації ґрунту, динаміку вмісту доступних елементів мінерального живлення [20, 22].

На сьогодні є діаметрально протилежні погляди відносно найбільш доцільної для того чи того регіону системи обробітку ґрунту під сою. За результатами досліджень Інституту олійних культур НААН виявлено, що полицева оранка на глибину 20–22 см порівняно з обробітком ґрунту на аналогічну глибину безполицевими плугами ПРПВ-5-50 та СИБИМЕ, сприяла формуванню найвищої урожайності сої в умовах різної ширини міжрядь [10]. Результати інших досліджень науково-дослідних установ свідчать, що у разі використання гербіцидів на ділянках із обробітком ґрунту чизельним знаряддям ПЧ-4,5 продуктивність сої не поступалась показнику, отриманому на фоні оранки [12]. Є. М. Лебідь зі співавторами також відзначають, що оранка і чизелювання ґрунту на глибину 20–22 см забезпечують одержання практично однакової урожайності зерна сої у разі вирощування в умовах Північного Степу України [9].

Наукові дослідження в умовах Лісостепу України свідчать, що глибокий обробіток ґрунту під сою у короткоротаційній сівозміні на 27–30 см сприяв збільшенню урожайності насіння сої на 0,26–0,32 т/га порівняно із розпушуванням на середню глибину 20–22 см [1].

Що стосується передпосівного обробітку, то на важких ґрунтах за умови оранки на глибину 30 см вирівнювання поверхні поля доцільно провести з осені. Навесні якомога раніше необхідно провести боронування ґрунту з тим, щоб максимально зберегти нагромаджену за осінньо-зимовий період вологу [17]. Однак частий і інтенсивний обробіток ґрунту зумовлює його ущільнення, що призводить

до зменшення пористості, аерації ґрунту. Такий ґрунт впливає на чисельність і різноманіття ґрунтової фауни, а також створює несприятливі умови для життєдіяльності анаеробних мікроорганізмів [21].

Цілою низкою аналітичних досліджень встановлено, що атмосферне повітря містить близько 76 % молекулярного азоту, який у такій формі є недоступним для живлення рослин. Однак бобові культури завдяки унікальним біологічним властивостям, зокрема здатності кореневої системи формувати симбіотичні зв'язки з бактеріями роду *Bradyrhizobium* та *Rhizobium,* що перетворюють газ N_2 у амонійну форму азоту, яка доступна для використання рослинами. Ці перетворення здійснюються в бульбочках, де містяться відповідні бактерії [5].

Встановлено, що завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями, посіви сої на 70 % забезпечують свої потреби в азоті за рахунок біологічної фіксації його з повітря [6].

Отже, якісний основний і передпосівний обробіток ґрунту, науково обґрунтований підхід до передпосівної підготовки насіння, оптимізація мінерального живлення у процесі онтогенезу дасть можливість сформувати високопродуктивні агроценози сої з найкращими якісними показниками [2, 3, 8, 16].

Мета досліджень – з'ясувати вплив передпосівного обробітку ґрунту різними ґрунтообробними знаряддями та інокулювання насіння на умови росту і розвитку рослин, формування продуктивності посівів сої.

Завдання дослідження: вивчити вплив мікробіологічного препарату комплексної дії Ризогумін на урожайність посівів сої; дослідити вплив різних способів передпосівного обробітку ґрунту на насіннєву продуктивність сої та економічну ефективність.

Матеріали і методи досліджень

Польові дослідження проведено на базі державного підприємства «Дослідне господарство «Степне» впродовж 2019–2021 рр. Основним типом ґрунту в господарстві є чорнозем типовий малогумусний важко суглинковий.

Агрохімічна характеристика ґрунту: вміст гумусу в горизонті 0–20 см 3,9–4,3 %; азоту, що легко гідролізується (за Тюріним і Кононовою) – 6,47–7,11 мг, 13,1–15,2 мг рухомого фосфору (за Чириковим), 16,6–19,5 мг на 100 г ґрунту калію (за Масловою).

Метод проведення досліджень – польовий, який доповнювався лабораторними аналізами. Повторність досліду триразова. Варіанти і повторення розміщували рендомізовано. Загальна площа елементарної ділянки дорівнювала 180 м^2, облікової – 80 м^2. Попередником сої у сівозміні була пшениця озима. В досліді висівали сучасний сорт сої Перлина. Сівбу культури проводили звичайним рядковим способом із шириною міжрядь 15 см. Норма висіву насіння сої становить 700 тис. схожих на гектар. Інокулювання насіння проводили мікробіологічним препаратом Ризогумін на основі штаму бульбочкових бактерій *Bradiorhizobium japonicum* 634b. Препарат застосовували із розрахунку 200 мг на гектарну норму насіння. Повна схема досліду приведена в таблиці 1.

Погодні умови у роки проведення досліджень мали певні відхилення порівняно із їх середніми багаторічними показниками. Так, за рівнем зволоження і температурного режиму більш сприятливі умови для сої були впродовж вегетаційного періоду 2021 р. 2020 р., висока температура повітря на фоні відсутності агрономічно ефективних опадів у другій половині липня і впродовж серпня обмежували формування високої продуктивності культури. Схожий характер погодних умов, але із менш вираженим дефіцитом вологи опадів, спостерігали і 2019 р.

Результати досліджень та їх обговорення

Головним показником, який свідчить про ефективність запровадження того чи того технологічного чиннику, є досягнутий рівень зернової продуктивності культури. Урожайність або ступінь реалізації біологічного потенціалу продуктивності культури є наслідком сукупної дії умов життєдіяльності рослин, які формуються за умови впливу метеорологічних чинників та впроваджених прийомів у технологіях вирощування. Лише за сприятливого збігу, коли всі чинники, що тією чи тією мірою беруть участь у формуванні врожаю, близькі до оптимального рівня, є висока ймовірність отримання максимальної урожайності. Саме аналіз її зміни під впливом чинників погоди дає змогу найбільш об'єктивно оцінити дію заходів, які вивчали, на процеси росту і розвитку сої та рівень її урожайності насіння.

Трирічні (2019–2021 рр.) результати польових досліджень свідчать, що способи передпосівного обробітку ґрунту мають безпосередній вплив на формування продуктивності сої (табл. 1).

1. Урожайність насіння сої залежно від способу передпосівного обробітку ґрунту та бактеризації насіння, т/га

Варіанти обробітку		Роки			
		2019 р.	2020 р.	2021 р.	середнє за 2019-2021 рр.
Передпосівний обробіток КПС-4 на глибину 4–5 см	без інокулювання	2,25	1,64	2,35	2,08
	інокулювання	2,51	1,84	2,50	2,28
Передпосівний обробіток КУН-6,3 на глибину 4–5 см	без інокулювання	2,40	1,71	2,36	2,16
	інокулювання	2,64	1,83	2,66	2,38
Передпосівний обробіток АК-6 на глибину 4–5 см	без інокулювання	2,48	1,79	2,46	2,24
	інокулювання	2,67	2,00	2,76	2,48
$НІР_{0,95}$	*передпосівний обробіток: 2019 р. - 0,20, 2020 р. - 0,21, 2021 р. - 0,21*				
	інокулювання: 2019 р. - 0,16, 2020 р. - 0,17, 2021 р. - 0,16				

Аналіз результатів досліджень показав, що за умови передпосівного розпушування ґрунту культиватором КПС-4 та допосівного інокулювання насіння штамом азотфіксувальних бактерій урожайність становила 2,28 т/га, що на 0,20 т/га або 9,3 % перевищувало варіант, де не проводили бактеризацію. У разі використання для передпосівного обробітку культиватора КУН-6,3 рівень урожайності зріс до 2,16 т/га. Оброблення насіння сої бактеріальними препаратами, зокрема Ризогуміном, виявило позитивний їхній вплив на формування врожаю культури. Бактеріальний препарат, дія якого спрямована на інтенсифікацію процесів симбіотичної азотфіксації, сприяв збільшенню врожайності культури на 0,22 т/га або 10,2 %. Найнижчий рівень урожайності насіння сої – 2,48 т/га одержано за умови впровадження в технологію вирощування проведення передпосівного розпушування грунту агрегатом АК-6 та передпосівної бактеризації насіння штамом бульбочкових бактерій, які входять до мікробіологічного препарату Ризогумін. Приріст врожаю від інокулювання становив 0,24 т/га або10,7 %.

Дослідження, одержані Д. Леміком зі співавторами [19], свідчать, що способи передпосівного обробітку ґрунту за оптимальних погодних умов, істотно не впливали на рівень симбіотичної активності посівів сої. Однак за підвищеного температурного фону і дефіциту опадів перевага була за способами передпосівного обробітку, які забезпечують вирівняну, в міру ущільнену поверхню поля.

За даними польових досліджень в умовах Лісостепу України встановлено, що передпосівна інокуляція насіння забезпечує збільшення урожайності насіння сої порівняно з контролем на 0,62 т/га [7]. В інших дослідженнях виявлено, що інокуляція насіння на фоні внесення 30 кг/га азоту забезпечила підвищення урожайності зерна сої на 0,1–0,22 т/га, за умови внесення N_{60} – на 0,25–0,41 т/га [11].

Розрахунок економічних показників за результатами одержаних дослідних даних свідчить, що фактори, які вивчали в технології вирощування сої, зокрема способи передпосівного обробітку ґрунту, мали помітний вплив на їх величину (табл. 2).

2. Вплив різних способів передпосівного обробітку ґрунту на економічну ефективність вирощування насіння сої

Показники ефективності	Варіанти передпосівного обробітку грунту					
	Передпосівний обробіток КПС-4		Передпосівний обробіток КУН-6,3		Передпосівний обробіток АК-6	
	без інокулювання	інокулювання	без інокулювання	інокулювання	без інокулювання	інокулювання
Урожайність, т/га	2,08	2,28	2,16	2,38	2,24	2,48
Вартість основної продукції, грн/га	34407,4	37715,8	35730,7	39370,0	37054,1	41024,2
Собівартість 1 т зерна, грн	6939,9	6386,0	6556,5	6002,5	6296,9	5737,1
Умовний чистий прибуток, грн/га	19972,4	23155,8	21568,7	25084,0	22949,1	26796,2
Рентабельність, %	138,4	159,0	152,3	175,6	162,7	188,3

Економічні розрахунки свідчать, що за умови проведення передпосівної культивації КПС-4 значення умовного чистого прибутку залежно від фону передпосівного інокулювання насіння, змінювалося від 19972,4 до 23155,8 грн/га. За умови проведення вищезазначеної технологічної операції культиватором КУН-6,3 показник умовного чистого прибутку становив 21568,7 грн/га або зріс порівняно з культивацією КПС-4 на 1596,3 грн/га або 8,0 %, за умови інокуляції насіння дорівнював 25084,0 грн/га. У разі передпосівного обробітку ґрунту агрегатом АК-6 умовний чистий прибуток був найвищим і становив 22949,1–26796,2 грн/га. На цьому фоні весняного обробітку ґрунту порівняно із розпушуванням культиваторами КПС-4 і КУН-6,3 збільшення умовного чистого прибутку становило, відповідно 2976,7–3640,4 і 1380,4–1712,2 грн/га або 14,9–15,7 і 6,4–6,8 %.

Найнижча собівартість 1 тонни насіння сої була за умови передпосівної культивації грунтообробним агрегатом АК-6 – 5737,1–6296,9 грн/т. На цьому варіанті передпосівного обробітку ґрунту найвищим був і показник рентабельності вирощування культури, який становив 162,7–188,3 %.

Висновок

Отже, за результатами досліджень виявлено, що найбільш ефективним виявилося поєднання у технології вирощування культури таких елементів, як передпосівний обробіток ґрунтообробним агрегатом АК-6 та бактеризація насіння штамом бульбочкових бактерій, які сприяли отриманню максимальної урожайності насіння сої в досліді – 2,48 т/га та найвищих показників економічної ефективності вирощування культури.

Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі. Перспективами подальших досліджень є вивчення способів основного обробітку ґрунту та ефективність симбіотичної азотфіксації і продуктивність посівів сої.

References

1. Babich, A. O., Kolisnik, S. I., Kobak, S. Ya., Panasyuk, O. Ya., Venediktov, O. M., & Balan, M. O. (2011). Teoretichne obgruntuvannya ta shlyahi optimizaciyi sortovoyi tehnologiyi viroshuvannya soyi v umovah Lisostepu Ukrayini. *Kormi i Kormovirobnictvo,* 69, 113–121. [In Ukrainian].

2. Gangur, V. V., Len, O. I., & Gangur, Yu. M. (2017). Produktivnist korotkorotacijnih sivozmin za maksimalnoyi chastki v nih soyi ta kukurudzi pri viroshuvanni v umovah nedostatnogo zvolozhennya livoberezhnogo Lisostepu Ukrayini. *Zernovi Kulturi*, 1, 2, 313–319. [In Ukrainian].

3. Gangur, V. V., & Sahacka, V. M. (2019). Mikrobiologichna aktivnist gruntu za riznih sposobiv obrobitku. *Visnik Poltavskoyi Derzhavnoyi Agrarnoyi Akademiyi*, 4, 13−19. doi: 10.31210/visnyk2019.04.01 [In Ukrainian].

4. Gurtovij, Yu. A. (2011). Osnovi ekologichno vrivnovazhenoyi intensifikaciyi tehnologiyi viroshuvannya soyi v umovah Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrayini. *Kormi i Kormovirobnictvo*, 69, 189–194. [In Ukrainian].

5. Erker, B., & Brik, M. (2013). Inokulyaciya dlya bobovih. *Zerno*, 1 (82), 87–89. [In Ukrainian].

6. Kalinichenko, A. V. (2000). Matematichnij analiz biologichnogo procesu simbiotichnoyi azotfiksaciyi i jogo vplivu na vihid kincevogo produktu. *Visnik Poltavskogo Derzhavnogo Silskogospodarskogo Institutu*, 6, 25–29. [In Ukrainian].

7. Kolisnik, S. I., Venediktov, O. M., & Opanasenko, G. V. (2004). Produktivnist sortiv soyi zalezhno vid vplivu pidvishenih doz azotu i gerbicidiv v ryadkovih posivah Lisostepu Ukrayini. *Kormi i Kormovirobnictvo*, 53, 88–92. [In Ukrainian].

8. Lyashenko, V. V., Lotish, I. I., Taranenko, A. O., Krikunova, V. Yu., & Kundius, K. O. (2019). Vpliv azotnih dobriv na urozhajnist ta yakist nasinnya soyi. *Visnik Poltavskoyi Derzhavnoyi Agrarnoyi Akademiyi*, 4, 58−65. doi: 10.31210/visnyk2019.04.07 [In Ukrainian].

9. Lorinec, F. A., Kocyuban, A. I., & Lib, I. M. (2011). Vpliv sistem obrobitku gruntu i dobriv na urozhajnist soyi v umovah Pivnichnogo Stepu. *Kormi i Kormovirobnictvo*, 69, 173–180. [In Ukrainian].

10. Minkovskij, A. Ye. (2000). Vpliv sposobiv osnovnogo obrobitku gruntu ta sposobiv sivbi na produktivnist soyi. *Byuleten Institutu Zernovogo Gospodarstva UAAN*, 12–13, 74–76. [In Ukrainian].

11. Tolkachov, M. Z. (2004). Vpliv riznih form i doz mineralnih azotnih dobriv na simbiotichnu azotfiksaciyu ta produktivnist soyi. *Kormi i Kormovirobnictvo*, 53, 55–62. [In Ukrainian].

12. Cherenkov, A. V., Artemenko, S. F., & Ilyenko, A. V. (2003). Vpliv sposobiv osnovnogo ta do- i pislyaposivnogo obrobitku gruntu na produktivnist soyi. *Byuleten Institutu Zernovogo Gospodarstva UAAN*, 21–22, 41–45. [In Ukrainian].

13. Shevnikov, M. Ya., & Koblai, O. O. (2015). *Zastosuvannia biolohichnykh, khimichnykh ta fizychnykh zasobiv u tekhnolohiiakh vyroshchuvannia soi i kukurudzy*. Poltava [In Ukrainian].

14. Bai, Y., Zhou, X., & Smith, D. L. (2003). Enhanced Soybean plant growth resulting from coinoculation of Bacillus strains with Bradyrhizobium japonicum. *Crop Science*, 43 (5), 1774–1781.

15. Elmore, R. W. (1990). Soybean cultivar response to silage systems and planting date. *Agronomy Journal*, 82 (1), 69–73.

16. Hanhur, V., Marenych, M., Yeremko, L., Yurchenko, S., Hordieieva, O. & Korotkova, I. (2020). The effect of soil tillage on symbiotic activity of soybean crops. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (2), 365–374.

17. Hrgovi´c, S. Soybeans and Agrotechnics. (2021). *Agrobiz/Agrosavjeti*. Retrived from: https://www.agrobiz.hr/agrosavjeti/sojai- agrotehnika-939

18. Jalgaonwala, R. E., & Mahajan, R. T. (2011). Bacterial endophytes and their bioprospecting. *Juornal of Pharmacy Research*, 4, 795–799.

19. Lemic, D., Pajac Živkovic, I., Posaric, M., & Bažok, R. (2021). Influence of Pre-Sowing Operations on Soil-Dwelling Fauna in Soybean Cultivation. *Agriculture*, 11, 474. doi. org/10.3390/

20. Segal, L. M., Miller, D. N., McGhee, R. P., Loecke, T. D., Cook, K. L., Shapiro, C. A., & Drijber, R. A. (2017). Bacterial and archaeal ammonia oxidizers respond differently to long-term tillage and fertilizer management at a continuous maize site. *Soil and Tillage Research*, 168, 110–117. doi: 10.1016/j.still.2016.12.014

21. Tsiafouli, M. A., Thébault, E., Sgardelis, S. P., De Ruiter, P. C., Van Der Putten, W. H., Birkhofer, K., Hemerik, L., De Vries, F. T., Bardgett, R. D., Brady, M. V., Bjornlund, L., Jorgensen, H. B., Christensen, S., D'Hertefeldt, T., Hotes, S., Gera Hol, W. H., Frouz, J., Liiri, M., Mortimer, S. R., Setala, H., Tzanopoulos, J., Uteseny, K., Pizl, V., Stary, J., Wolters, V., & Hedlund, K. (2014). Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology*, 21, 973–985.

22. Zanella, A., Bolzonella, C., Lowenfels, J., Ponge, J.-F., Bouché, M., Saha, D., Kukal, S. S., Fritz, I., Savory, A., Blouin, M., Sartori, L., Tatti, D., Kellermann, L. A., Trachsel, P., Burgos, S., Minasny, B., & Fukuoka, M. (2018). Humusica 2, article 19: Techno humus systems and global change–conservation agriculture and 4/1000 proposal. *Applied Soil Ecology*, 122 (2), 271–296. doi: 10.1016/j.apsoil.2017.10.036

Стаття надійшла до редакції: 01.11.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Гангур В. В., Пипко О. С., Прокопів О. О. Продуктивність сої залежно від технології передпосівного обробітку ґрунту та інокулювання. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 85–90.

© Гангур Володимир Васильович, Пипко Олександр Сергійович, Прокопів Олександр Олексійович, 2021