



original article | UDC 633.853.494:635.655 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.01

SOIL MICROBIOLOGICAL ACTIVITY UNDER DIFFERENT TILLAGE METHODS

V. V. Hanhur,

ORCID ID: [0000-0002-5619-492X](https://orcid.org/0000-0002-5619-492X), E-mail: volodimirgangu@gmail.com,

V. M. Sakhatska,

E-mail: valeria.sakhatskaya@gmail.com,

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., 1/3, Poltava, 36000, Ukraine

Soybean (*Glycine hispida* L.) is important in solving the problem of human nutrition and livestock development, as a valuable food, feed and industrial crop, and also the source of high-grade proteins, vitamins and trace elements. Its cultivation is an important factor in regulating soil biological activity, in particular, microbiological processes, intensity of symbiotic nitrogen fixation on soybean areas. Therefore, it is important to develop technological practices for managing the activity of microbiological processes in the arable soil layer on soybean areas. The purpose of the research was to find out the effect of ordinary plowing, soil loosening with different tillage implements on the activity of cellulose-decomposing bacteria of the plowed soil layer on soybean areas. The following scientific methods were used in the research process: analysis, synthesis, field, and statistical. The results of the conducted researches show that the highest indices of microbiological activity were detected in the soil layer of 20–30 cm – 21.3–22.1 % and the lowest (17.3–19.1 %) – in the layer of 10–20 cm against the background of plowing to the depth of 20–22 cm. It was determined that at loosening the soil with flat type working implements (depth 14–16 cm), as well as at shallow soil tillage to the depth of 12–14 cm the intensity of linen tissue decomposition was lower than at plowing. The research shows that, against the background of basic soil tillage, biological activity decreased in the soil layer from 0–10 cm to 20–30 cm on the average by 9.2 % at flat type tillage and 7.9 % at the minimum tillage system. According to the research results, it was established that using different machinery for pre-sowing soil tillage significantly influenced the changing of soil biological activity in the layer of 0–30 cm. It was found that the highest degree of linen fabric decomposition was under pre-sowing soil tillage with AG-4 “Scorpion-1” (20.3 %), and at conducting this technological operation with USMK – 5.4 cultivator, the above mentioned indicator decreased to 19.8 %; at tilling with KPS-4,0 (19.2 %) against the background of plowing with PLN-3-35.

Keywords: soybean, soil tillage methods, soil tillage equipment, soil biological activity, seed inoculation.

МІКРОБІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ҐРУНТУ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ

В. В. Гангур, В. М. Сахатська,

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Важливим фактором регулювання біологічної активності ґрунту, зокрема мікробіологічних процесів, інтенсивності симбіотичної азотфіксації посівів сої (*Glycine hispida* L.) є його обробіток. Тому актуальним є розроблення технологічних заходів управління активністю мікробіологічних процесів в орному шарі ґрунту на посівах сої. Метою досліджень було з'ясувати вплив звичайної оранки, безпліцевих розпушувань ґрунту різними ґрунтообробними знаряддями на активність целюлозоруйнуючих бактерій орного шару ґрунту в посівах сої. У процесі дослідження використано такі наукові методи: аналіз, синтез, польовий, статистичний. Результати проведених досліджень свідчать, що найвищі показники мікробіологічної активності відмічені в шарі ґрунту 20–30 см – 21,3–22,1 %, найнижчі (17,3–19,1 %) – у шарі 10–20 см на фоні проведення оранки на глибину 20–22 см. Встанов-

лено, що за умови розпушування ґрунту робочими органами плоско різного типу (на глибину 14–16 см), а також і мілкою обробітку ґрунту на глибину 12–14 см, інтенсивність розкладання лляної тканини була нижчою порівняно з оранкою. Дослідження свідчать, що на фонах основного обробітку ґрунту, які вивчалися, біологічна активність знижувалася залежно від шару ґрунту: 0–10 см до 20–30 см в середньому на 9,2 % за умови плоскорізного обробітку та на 7,9 % у разі мінімальної системи обробітку. За результатами досліджень відзначено, що використання різних агрегатів для проведення передпосівного обробітку ґрунту суттєво впливало на зміну біологічної активності ґрунту в шарі 0–30 см. З'ясовано, що найвищий ступінь розкладання лляної тканини був за умови передпосівного обробітку ґрунту АГ-4 «Скорпіон-1» (20,3 %), а в разі виконання цієї технологічної операції культиватором УСМК-5,4 вищезазначений показник зменшився до 19,8 % за культивування КПС-4,0 (19,2 %) на фоні оранки ПЛН-3-35.

Ключові слова: соя, способи обробітку ґрунту, ґрунтообробні знаряддя, біологічна активність ґрунту, інокулювання насіння.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ

В. В. Гангур, В. Н. Сахацкая,

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Важным фактором регулирования биологической активности почвы, в частности микробиологических процессов, является его обработка. Поэтому актуальным является разработка технологических мероприятий управления активностью микробиологических процессов в пахотном слое почвы на посевах сои. Целью исследований было выяснить влияние обычной вспашки, безотвального рыхления почвы различными почвообрабатывающими орудиями на активность целлюлозоразлагающих бактерий пахотного слоя почвы в посевах сои. В процессе исследования использованы следующие научные методы: анализ, синтез, полевой, статистический. Результаты проведенных исследований показывают, что высокие показатели микробиологической активности отмечены в слое 20–30 см – 21,3–22,1 %, самые низкие (17,3–19,1 %) – в слое 10–20 см на фоне проведения вспашки на глубину 20–22 см. Установлено, что при рыхлении почвы рабочими органами плоскорезного типа (на глубину 14–16 см), а также и мелкой обработки почвы на глубину 12–14 см интенсивность разложения льняной ткани была ниже по сравнению со вспашкой.

Ключевые слова: соя, способы обработки почвы, почвообрабатывающие орудия, биологическая активность почвы, инокуляция семян.

Вступ

Соя належить до найважливіших зернобобових культур світового землеробства. Вирощування її відіграє важливу роль у складному процесі кругообігу речовин у природі. За рахунок післязбиральних решток та кореневої системи у ґрунт надходить 80–100 кг/га біологічно зв'язаного азоту [14].

Розв'язуючи проблеми біологічного азоту в землеробстві, важливо спрямовувати агротехнічні прийоми технології вирощування на підвищення інтенсивності біологічної фіксації і збільшення питомої маси біологічного азоту в урожаї зерна та соломи [2, 15, 18, 19].

Біологічна активність є важливим показником для розуміння та оцінки процесів трансформації органічної речовини, мобілізації поживних елементів, що визначають рівень потенційної та ефективної родючості ґрунтів [20].

Важливим фактором регулювання біологічної активності ґрунту, зокрема мікробіологічних процесів є його обробіток. Саме спосіб та глибина обробітку має значний вплив на біогенність ґрунту – активність мікробіологічних процесів, які впливають на динаміку вмісту гумусу, рухомих форм поживних елементів та ін. В окультурених чорноземах збільшується порівняно з цілиною кількість мікроорганізмів [6, 21, 22].

Дія різних заходів, способів і глибини обробітку змінює будову ґрунту, що значною мірою позначається на водному, повітряному, тепловому й поживному його режимах. Це впливає на напрямок, характер та інтенсивність мікробіологічних процесів, що відбуваються у ґрунті. Застосування в оптимальних нормах та співвідношеннях мінеральних і органічних добрив створює сприятливі умови для

життєдіяльності мікроорганізмів, завдяки цьому поліпшується поживний режим і гумусовий стан орного шару [16]. Завдяки обробітку ґрунту активність мікробіологічних процесів у ньому збільшується. У розпушеному й ущільненому ґрунті процеси амоніфікації відбуваються неоднаково. Підвищення аерації поліпшує активізацію життєдіяльності аеробних мікроорганізмів [8]. Оранка підвищує інтенсивність амоніфікації та нітрифікації порівняно з безполицевим обробітком ґрунту. У разі заміни оранки поверхневим обробітком біологічна активність ґрунту зменшується [3]. Як відмічають деякі дослідники [10, 7], оранка (20–25 см) зумовлює збільшення кількості основних фізіологічних груп ґрунтових мікроорганізмів порівняно з іншими видами мілкового обробітку на глибину 8–10 см та поверхневого – на 6–8 см.

Обробіток ґрунту без обертання скиби в північних районах України значно підвищує чисельність усіх груп мікроорганізмів у шарі ґрунту 0–20 см за деякого загального зниження їх кількості порівняно з оранкою на 22–27 см, а особливо глибокою (на 30–40 см), в нижній частині 40-сантиметрового шару ґрунту [11].

Як зазначає М. С. Чиждова, глибина загортання рослинних решток більшою мірою впливає на целюлозоруйнівну активність ґрунту, а саме: збагачення верхнього шару органічними рештками при плоскорізному обробітку ґрунту посилює розмноження в ньому грибів та бактерій, які розкладають целюлозу, що підвищує целюлозоруйнівну активність порівняно з оранкою. В шарі 10–20 см краще розкладання органічної речовини спостерігається в разі полицевого обробітку [13].

В. М. Гармашов [4] відмічає, що навіть за умови «холодного» вегетаційного періоду інтенсивність руйнування лляного полотна в шарі 0–40 см була вищою при плоскорізному обробітку, ніж за оранки.

Вивчення кількості і складу мікрофлори у ґрунті [1, 17] на варіантах з оранкою і нульовим обробітком показало, що в останньому біологічна активність ґрунту була вищою. При оранці багатий на рослинні рештки шар розміщується на глибині 15–20 см, а при ґрунтозахисному обробітку – в шарі 0–10 см, що й забезпечує підвищення біологічної активності в цьому варіанті.

У дослідженнях Інституту зернових культур встановлено тенденцію до підвищення активності розкладання лляного полотна за полицевого обробітку ґрунту та чизелювання на неудобрених варіантах у зв'язку з кращими умовами аерації, зволоженості ґрунту та більш глибоким загортанням рослинних решток. Мілке дискування призводить до гальмування мікробіологічної активності та нітрифікації внаслідок погіршення агрофізичних властивостей орного шару й локалізації в обмеженому ґрунтовому середовищі великої кількості післяжнивних решток [12].

Мета досліджень – вивчити вплив звичайної оранки, безполицевих розпушувань ґрунту різними ґрунтообробними знаряддями на активність целюлозоруйнівних бактерій орного шару ґрунту в посівах сої.

Завдання дослідження: вивчити вплив мікробіологічного препарату комплексної дії Ризогумін на біологічну активність ґрунту в посівах сої; дослідити вплив різних способів основного обробітку ґрунту на його біологічну активність.

Матеріали і методи досліджень

Польові дослідження проведено на дослідному полі Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції імені М. І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН), протягом 2017–2019 рр. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий.

Агрохімічна характеристика ґрунту: вміст гумусу в горизонті 0–20 см 4,9–5,2 %. Ємкість поглинання в орному шарі досить висока – 33,0–35,0 мг-екв. на 100 г ґрунту, реакція ґрунтового розчину слабкокисла, рН – 6,3; гідролітична кислотність – 1,6–1,9 мг-екв. на 100 г ґрунту; легкогідролізованого азоту (за Тюрінім і Коновою) – 5,44–8,10 мг, 10–15 мг рухомого фосфору (за Чириковим), 16–20 мг на 100 г ґрунту калію (за Масловою).

Метод проведення досліджень – польовий. Повторність триразова, розміщення варіантів і повторень – рендомізоване. Посівна площа ділянки – 160 м², облікової – 72 м². Попередник – озима пшениця. Соя сорту Спритна. Спосіб сівби – звичайний рядковий з шириною міжрядь 15 см. Норми висіву сої 550 тис. схожих насінин на гектар. У фазі раннього розвитку бур'янів (до 2–3 листків у злакових та до 4–6 у дводольних) проводили обприскування гербіцидом Фабіан з нормою витрати 100 г/га + ПАВ Аджо – 200 г/га.

Активність розкладання целюлози визначалася в кожному 10-см прошарку до глибини обробітку (0–30 см) методом «аплікації», коли зазначена наважка лляної тканини (бязі) й поліетиленової плівки закладаються у ґрунт на відповідну глибину. Ступінь розкладання целюлози визначали через 45 днів після закладання. Інтенсивність розкладання лляної тканини відображає хід мобілізаційних процесів і побічно вказує на наявність доступних форм азоту.

Погодні умови при проведенні досліджень мали певні відмінності як за роками, так і порівняно із середніми багаторічними їх значеннями. Найбільш сприятливими для сої були погодні умови вегетаційного періоду 2018 року. 2017 року формування високої продуктивності культури обмежувалося високою температурою повітря і дефіцитом опадів у липні й серпні, а 2019 року – протягом червня–серпня.

Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз отриманих експериментальних даних щодо біологічної активності ґрунту залежно від системи обробітку ґрунту під сою показав, що активність целюлозоруйнівних бактерій орного шару ґрунту в середньому за роки досліджень дещо відрізнялася між варіантами основного обробітку (табл. 1).

1. Біологічна активність ґрунту в умовах різних способів обробітку в посівах сої, % (середнє за 2017–2019 рр.)

Варіанти досліджу		Шар ґрунту, см		
		0–10	10–20	20–30
Оранка на глибину 20–22 см, ПЛН-3-35	<i>a</i> *	19,7	17,3	21,6
	<i>b</i>	20,3	18,7	21,3
	<i>c</i>	20,5	19,1	22,1
Плоскорізний обробіток на глибину 14–16 см, КПП-2,2	<i>a</i>	18,3	17,5	16,7
	<i>b</i>	18,4	17,4	16,1
	<i>c</i>	19,2	18,6	18,1
Мілкий обробіток на глибину 12–14 см, АКШ-5,6	<i>a</i>	19,1	18,4	17,8
	<i>b</i>	18,8	17,4	16,9
	<i>c</i>	19,7	19,4	18,4
V%		4,1	4,5	12,3
НІР ₀₅		0,9	0,9	2,6

Примітка: **a* – передпосівний обробіток КПС-4,0, *b* – передпосівний обробіток УСМК-5,4, *c* – передпосівний обробіток АГ-4 «Скорпіон-1».

Незалежно від передпосівного обробітку ґрунту на фоні оранки найвищі показники мікробіологічної активності відмічені в шарі ґрунту 20–30 см – 21,3–22,1 %, найнижчі (17,3–19,1 %) – у шарі 10–20 см. На нашу думку, насамперед це викликано тим, що за умови оранки на глибині 20–30 см знаходилася найбільша кількість рослинних решток, завдяки яким і підвищувалася ефективність роботи ґрунтових мікроорганізмів.

Наші результати підтверджують і дослідження І. В. Карпенка, Ж. Ц. Різикі, які зазначають, що при оранці створюються сприятливі умови для розвитку мікробіологічних процесів [5].

Як за умови плоскорізного типу обробітку ґрунту, так і за умови мілкого розкладання лляної тканини було менш інтенсивним порівняно з оранкою і спостерігалось в шарі ґрунту 0–10 см на рівні 18,3–19,2 %, 10–20 см – 17,4–18,6 %, 20–30 см – 16,1–18,1 %.

Зі збільшенням глибини із 0–10 см до 20–30 см, за даних обробітків ґрунту, біологічна активність знижувалася в середньому на 9,2 % за плоскорізного обробітку, та на 7,9 % – за мінімальної системи обробітку.

Проте варто відмітити, що незалежно від виду основного обробітку ґрунту та його глибини вищу біологічну активність ґрунту забезпечував передпосівний обробіток агрегатом АГ-4 «Скорпіон-1». На нашу думку, саме за умови такого обробітку, завдяки оптимальній щільності та вологості, створюва-

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

лися найкращі умови для біоти ґрунту.

Адже, як зазначає Ф. Т. Моргун зі співавторами, саме в результаті поверхневого обробітку забезпечується краще перемішування органічних решток з ґрунтом, внаслідок чого покращується їхня взаємодія з ґрунтовою мікрофлорою, що прискорює розкладання та мінералізацію органічної речовини [9].

Щодо біологічної активності за роками досліджень, то потрібно відмітити, що незалежно від передпосівного обробітку найвищий ступінь розкладання лляної тканини був 2017 року, погодні умови якого сприяли ефективній роботі ґрунтових мікроорганізмів (табл. 2). На фоні оранки ступінь розкладання лляної тканини відбувався найінтенсивніше і складав 20,5–21,1 %, за умови плоскорізного обробітку – 17,2–18,9 % та мілкого – 18,2–19,3 %.

2. Целюлозоруйнівна активність ґрунту в орному шарі (0–30 см) в умовах різних способів обробітку за роки досліджень, %

Варіанти досліджу		Роки досліджень		
		2017 р.	2018 р.	2019 р.
Оранка на глибину 20–22 см, ПЛН-3-35	<i>a</i> *	20,5	18,7	19,0
	<i>b</i>	20,5	19,2	20,2
	<i>c</i>	21,1	20,0	20,2
Плоскорізний обробіток на глибину 14–16 см, КПП-2,2	<i>a</i>	17,8	17,0	17,4
	<i>b</i>	17,2	17,1	17,2
	<i>c</i>	18,9	18,5	18,2
Мілкий обробіток на глибину 12–14 см, АКШ-5,6	<i>a</i>	18,5	18,4	18,0
	<i>b</i>	18,2	17,1	17,4
	<i>c</i>	19,3	18,8	18,9
V%		7,1	5,8	6,2
HIP ₀₅		1,5	1,1	1,3

Примітка: **a* – передпосівний обробіток КПС-4,0, *b* – передпосівний обробіток УСМК-5,4, *c* – передпосівний обробіток АГ-4 «Скорпіон-1».

Найнижчий рівень целюлозоруйнвної активності у всіх варіантах обробітку був у посушливому 2018 році, коли дефіцит опадів за період вегетації в поєднанні з підвищеними температурами уповільнювали мікробіологічні процеси у ґрунті, знижуючи ступінь руйнування лляної тканини порівняно з іншими роками. Проте за умови мілкого обробітку ґрунту ґрунтообробним агрегатом АКШ – 5,6 в усі роки в разі передпосівного обробітку культиватором КПС-4,0 та АГ-4 «Скорпіон-1» розкладання целюлози було практично однаковим і варіювало від 18,8 до 19,3 %. Саме це дає нам змогу стверджувати, що навіть за посушливих умов року, обробіток ґрунту цим агрегатом забезпечує інтенсивне розкладання лляної тканини, а отже створюються кращі умови для розвитку мікрофлори.

Аналогічна закономірність зміни біологічної активності ґрунту в шарі 0–30 см відмічена і у середньому за роки досліджень. Найвищі показники розкладання лляної тканини відмічені за умови передпосівного обробітку ґрунту АГ-4 «Скорпіон-1» (20,3 %), культиватором УСМК-5,4 (19,8 %) та КПП-4,0 (19,2 %) на фоні оранки ПЛН-3-35.

Найгірше розкладання лляної тканини відбувалося за умови плоскорізного обробітку ґрунту, де показники інтенсивності цього процесу залежно від передпосівного обробітку варіювали від 17,6 до 18,3 %.

Висновок

Отже, найкращі умови для біогенності ґрунту створюються за умови оранки в шарі 0–10 та 20–30 см, а також у разі мілкого обробітку ґрунту у верхньому (0–10 см) шарі внаслідок диференціації оброблюваного шару за елементами родючості.

Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі. Перспективами подальших досліджень є вивчення впливу технології No-till на біологічну активність ґрунту та ефективність симбіотичної азотфіксації посівів сої.

References

1. Barsukov, L. N., Zabavskaya, K. M., & Yvanov, H. N. (1959). Ob agrotehnicheskoy roli otvalnoj vspashki. *Zemledelie*, 11, 67–71 [In Russian].
2. Brovko, I. S., Tytova, L. V., & Iutynska, H. O. (2015). Vplyv endofitnykh bakterii soi na formuvannya soievo-ryzobialnogo symbiozu i ryzosferne mikrobne uhrupuvannya. *Mikrobiologiya i Biotekhnologiya*, 4, 36–46 [In Ukrainian].
3. Budonnyi, Yu. V., & Zaiats, O. M. (1996). Efektyvnist zastosuvannya bezpolytsevoho gruntozakhysnoho obrobittu v sivozmini na vazhkosuhlynkovykh chornozemakh Kharkivshchyny. *Zemelni resursy Ukrainy: zbirnyk tez*. Dnipropetrovsk [In Ukrainian].
4. Garmashov, V. M. (1996). Razlichnye sposoby obrabotki pochvy. *Zemledelie*, 5, 26–27 [In Russian].
5. Karpenko, I. V., & Riziki, Zh. C. (1990). Kachestvennye preobrazovaniya organicheskoy chasti pochvy pod vliyaniem agrotehnicheskikh priyomov. *Sostav, Svoystva i Plodorodie Pochv Ukrainy* 44–48 [In Russian].
6. Lebid, Ye. M. (2006). Faktor nauky v problemi vyrobnytstva zerna. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 3/4, 40–42 [In Ukrainian].
7. Lykhovyd, P. V., & Lavrenko, S. O. (2017). Vplyv obrobittu gruntu ta mineralnykh dobryv na biolohichnu aktyvnist gruntu pid posivamy kukurudzy tsukrovoy. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7 (4), 18–24. doi: 10.15421/2017_81 [In Ukrainian].
8. Makarov, I. P. (1990). Zadachi po razrabotke i vnedreniyu resursoberegayushej obrabotki pochvy v zonalnykh sistemakh zemledeliya. In *Resursoberegayushie sistemy obrabotki pochvy* (pp. 3–11). Moskva: Agropromizdat [In Russian].
9. Morgun, F. T., Shikula, N. K., & Tarariko, A. G. (1983). *Pochvozashitnoye zemledelie*. Kiev: Urozhaj [In Russian].
10. Naumovska, O. I., Yevpak, I. V., Manishevska, N. M., & Aleksieienko, I. M. (2004). Biolohichna aktyvnist chornozemu typovoho pry zastosuvanni gruntozakhysnykh tekhnologiy vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur. *Visnyk KhNAU*, 6, 141–145 [In Ukrainian].
11. Tarariko, A. G., Cygankova, N. M., & Kolomic, V. N. (1990). Vliyanie sposobov obrabotki i udobrenij na biologicheskuyu aktivnost i gumusnoye sostoyanie derno-podzolistoy pochvy. *Zemledelie*, 65, 56–59 [In Russian].
12. Tsyliuryk, O. I., Kulik, A. F., & Honchar, N. V. (2017). Biolohichna aktyvnist hruntu za riznykh sposobiv yoho obrobittu ta udobrennia v posivakh soniashnyku. *Visnyk Dnipropetrovskoho Ahrarno-Ekonomichnoho Universytetu*, 2 (44), 42–48 [In Ukrainian].
13. Chizhova, M. S. (1986). Vliyanie obrabotki i udobrenij na biologicheskuyu aktivnost pochvy v dlitelnom stacionarnom opyte. *Vklad molodykh uchyonykh Ukrainy v intensifikatsiyu selskohozyajstvennogo proizvodstva: tezy doklada 2-j respub. nauch.-proizvod. konf. molodykh uchyonykh i specialistov*. Harkov [In Russian].
14. Shevnikov, M. Ya., & Koblai, O. O. (2015). Zastosuvannya biolohichnykh, khimichnykh ta fizychnykh zasobiv u tekhnologiyakh vyroshchuvannya soi i kukurudzy. Poltava.
15. 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. doi:10.2135/cropsci2003.1774.
16. Dalpè, Y., & Monreal, M. (2004). Arbuscular Mycorrhiza Inoculum to Support Sustainable Cropping Systems. *Cm*, 3 (1), 0. doi:10.1094/cm-2004-0301-09-rv.
17. Dang, Y. P., Moody, P. W., Bell, M. J., Seymour, N. P., Dalal, R. C., Freebairn, D. M., & Walker, S. R. (2015). Strategic tillage in no-till farming systems in Australia's northern grains-growing regions: II. Implications for agronomy, soil and environment. *Soil and Tillage Research*, 152, 115–123. doi:10.1016/j.still.2014.12.013.
18. Elmore, R. W. (1990). Soybean Cultivar Response to Tillage Systems and Planting Date. *Agronomy Journal*, 82 (1), 69–73. doi:10.2134/agronj1990.00021962008200010015x.
19. Jalgaonwala, R. E., & Mahajan, R. T. (2011). Bacterial endophytes and their bioprospecting. *Juornal of pharmacy research*, 4, 795–799.
20. Harwood, C. S. (1999). MICROBIOLOGY: Mega Roles for Microorganisms. *Science*, 286 (5442), 1096. doi:10.1126/science.286.5442.1096.

21. 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.

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 25.10.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Гангур В. В., Сахацька В. М. Мікробіологічна активність ґрунту за різних способів обробітку. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 13–19.

© Гангур Володимир Васильович, Сахацька Валерія Миколаївна, 2019