

УДК 631.445.4:631.41:631.51

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.1.14>

БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА СИДЕРАТИВ

Кобець О.Б. – аспірант кафедри землеробства та гербології,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Центило Л.В. – д.с.-г.н., професор,
професор кафедри землеробства та гербології,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Родючість ґрунту визначається його біологічними, агрофізичними, фізико-хімічними та агрохімічними характеристиками. Найвища продуктивність рослин може бути досягнута лише за умови оптимального поєднання цих факторів. Ключовим показником родючості ґрунту є активність біологічних процесів, що відбуваються в ньому, а також утворення і мінералізація органічної маси внаслідок діяльності живих організмів і кореневої системи рослин. Метою досліджень було вивчення біологічної активності ґрунту залежно від основного обробітку ґрунту і заробляння культур на сидерати під кукурудзу на зерно на чорноземах типових Правобережного Лісостепу.

Дослідження проводили впродовж 2023–2024 рр. у стаціонарному польовому досліді на дослідному полі Навчально-науково-інноваційного центру агротехнологій ТОВ «Агрофірма Колос» Київської області. Методи дослідження: польовий, лабораторний, математико-статистичний.

Встановлено, що застосуванням безпліцевого обробітку зросли показники, розклади лляної тканини, тоді як за технології no-till простежувалася тенденція до зниження целюлолітичної активності ґрунту. Застосування культур на сидерат варіант 6 (редька олійна + гірчиця біла + фацелія + вика + льон + суданська трава) і варіант 5 (гірчиця біла + фацелія + люпин + суданська трава) сприяли зростанню розкладу лляної тканини на 39,2 і 34,5 % відповідно порівняно з післяжнивними та кореневими рештками пшениці озимої.

Застосування під кукурудзу на зерно безпліцевого чизельного розпушування на 5,2–9,4 % збільшило виділення CO_2 з поверхні ґрунту порівняно з поверхневим обробітком. Технології no-till призводили до істотного зниження інтенсивності дихання порівняно з безпліцевим обробітком. Інтенсивність дихання зростає на варіантах використання культур на сидерат. Зароблення культур у ґрунт, варіант 6 (редька олійна + гірчиця біла + фацелія + вика + льон + суданська трава) за безпліцевого обробітку призводило до зростання виділення ґрунтом CO_2 від 12 до 40 $\text{mg CO}_2/\text{m}^2$ порівняно з поверхневим обробітком.

Ключові слова: біологічна активність, кукурудза на зерно, сидерати, основний обробіток ґрунту, целюлозоруйнівна здатність, виділення вуглекислоти.

Kobets O.B., Tsentilo L.V. Biological activity of typical chernozem depending on soil cultivation and greenhouses

Soil fertility is determined by its biological, agrophysical, physicochemical and agrochemical characteristics. The highest plant productivity can be achieved only under the condition of an optimal combination of these factors. The key indicator of soil fertility is the activity of biological processes occurring in it, as well as the formation and mineralization of organic mass due to the activity of living organisms and the root system of plants. The aim of the research was to study the biological activity of the soil depending on the main tillage and the cultivation of crops for green manure under corn for grain on chernozems typical of the Right-Bank Forest-Steppe.

The research was conducted during 2023–2024 in a stationary field experiment on the experimental field of the Educational, Scientific and Innovative Center for Agrotechnology LLC «Agrofirma Kolos» of Kyiv region. Research methods: field, laboratory, mathematical and statistical.

It was found that the use of no-till cultivation increased the indicators and decomposition of flax tissue, while no-till technology showed a tendency to reduce the cellulolytic activity of the

soil. The use of green manure crops option 6 (oil radish + white mustard + phacelia + vetch + flax + Sudanese grass) and option 5 (white mustard + phacelia + lupine + Sudanese grass) contributed to an increase in the decomposition of flax tissue by 39,2 and 34,5%, respectively, compared to post-harvest and root residues of winter wheat.

The use of no-till chisel loosening under grain corn increased CO_2 release from the soil surface by 5.2–9.4% compared to surface cultivation. No-till technologies led to a significant decrease in respiration intensity compared to no-till cultivation. The respiration intensity increases in the options for using crops for green manure. Incorporation of crops into the soil, option 6 (oil radish + white mustard + phacelia + vetch + flax + Sudan grass) during no-till cultivation led to an increase in soil CO_2 release from 12 to 40 $\text{mg CO}_2/\text{m}^2$ compared to surface cultivation.

Key words: biological activity, grain corn, green manure, main soil tillage, cellulose-destructive ability, carbon dioxide isolation.

Постановка проблеми. Одним із ключових показників родючості ґрунтів є його біологічна активність, яка визначає якісний і кількісний склад мікроорганізмів, активність ферментів, ґрунтове «дихання» та потенційну здатність забезпечувати рослини елементами мінерального живлення. Процеси мінералізації та іммобілізації в ґрунті мають циклічний характер, відображаючи динамічну рівновагу між ними в конкретний момент часу. Азот у ґрунтовому субстраті постійно перетворюється з неорганічної форми в органічну завдяки асиміляційним процесам, а з органічної в неорганічну – внаслідок розкладання та мінералізації [9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сучасному етапі розвитку сільськогосподарства важливого значення набуває дослідження мікробіологічних процесів у ґрунті, де ґрунтові мікроорганізми відіграють важливу роль у біологічному колообігу речовин. Аналіз біологічної активності ґрунту дозволяє науковцям глибше зрозуміти та виявити закономірності в процесах перетворення органічних речовин, враховуючи антропогенний вплив на ґрунт і його характеристики [10].

Підвищення родючості ґрунтів залежить від наявності орґано-мінеральних складових та якості його обробітку [2].

Целюлозоруйнівні мікроорганізми відповідають за розклад рослинних залишків, які містять целюлозу. Її вміст у рослинах коливається від 45 до 80 %. У верхньому шарі ґрунту маса целюлози може досягати до 5 %, що є важливим резервом для родючості ґрунту. Вивільнений вуглець з клітковини у вигляді різних сполук сприяє формуванню органічної речовини в ґрунті, а вуглекислий газ, що утворюється в процесі, є джерелом вуглецевого циклу в природі та важливою складовою фотосинтезу органічних речовин у рослинах [5].

Целюлозоруйнівні мікроорганізми, розкладаючи рослинні рештки, виділяють у середовище окислювальні ферменти, які володіють властивістю синтезувати гумусові речовини із продуктів розкладу цих решток. Такими продуктами є сполуки типу поліфенолів, а також органічні азотисті речовини, амінокислоти [1].

Постановка завдання. Метою наших досліджень було вивчення біологічної активності ґрунту залежно від основного обробітку ґрунту і культур на сидерати під кукурудзу на зерно на чорноземах типових Правобережного Лісостепу.

Для досягнення означеної мети вирішували такі завдання: визначити біологічну активність ґрунту залежно від основного обробітку ґрунту та заробляння культур на сидерат у ґрунт; встановити кількість виділеного CO_2 з поверхні ґрунту в період інтенсивного наростання рослин та розкладання клітковини на посівах кукурудзи шляхом закладання лляної тканини в ґрунт на півтора місяця. При проведенні досліджень використовувались такі методи: польовий, лабораторний і математико-статистичний.

Виклад основного матеріалу досліджень. Експериментальну частину роботи виконано на дослідному полі Навчально-науково-інноваційному центрі агро-технологій ТОВ «Агрофірма Колос» (2023–2024 рр.) Сквирського району Київської області у короткотерміновому досліді у сівозміні з наступним чергуванням культур: соя – пшениця озима + післяжнивні посіви – кукурудза на зерно. Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий глибокий крупнопилувато середньосуглинковий на лесі. Уміст гумусу в оброблювальному шарі 4,6–4,8 % (за Тюриним), легкогідролізованого азоту (за Корнфільдом) – 14,4 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору (за Чиріковим) – 15,2 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – 15,2 мг/100 г ґрунту (за Чиріковим). Об’ємна маса ґрунту в рівноважному стані – 1,24 г/см³, гідролітична кислотність – 1,14 мг-екв/100 г ґрунту, рН сольове – 6,4. Перший чинник (А), який вивчали, були системи основного обробітку ґрунту: 1. Поверхневий обробіток на 10–12 см (контроль); 2. Поверхневий обробіток на 6–8 см + безполицевий обробіток до 35 см; 3. Технології no-till. Другий чинник (В) – заробка сидератів. 1. Післяжнивні та кореневі рештки пшениці озимої (контроль); 2. Солома + сидерати (вика + редька олійна); 3. Солома + сидерати (вика + редька олійна) + мінеральні добрива; 4. Редька олійна + фацелія + вика + овес; 5. Гірчиця біла + фацелія + люпин + суданська трава; 6. Редька олійна + гірчиця біла + фацелія + вика + льон + суданська трава. Рослинні рештки, гній, сидеральні культури на варіантах поверхневого і безполицевого обробітку ґрунту заробляли їх важкою дисковою бороною перед основним обробітком. На варіанті технології no-till сидеральні культури, побічна продукція, гній залишались на полі без заробляння. Повторення у досліді триразове, розміщення варіантів послідовне. Розмір посівної ділянки 224 м² (7х32 м), облікової – 150 м² (5х30 м).

Вплив досліджуваних факторів на біологічну активність ґрунту вивчали за кількістю CO₂, що виділяється з поверхні ґрунту, і за ступенем розкладання клітковини (ляної тканини), закладеної в ґрунт упродовж 45 діб. Кількість виділеної CO₂ нами визначалась протягом вегетаційного період за формулою:

$$Q = \frac{a \cdot 2,2 \cdot 10000}{S \cdot t};$$

де: Q – кількість CO₂ (мг), виділеної з площі 1 м² за годину; а – кількість 0,1 н лугу, зв’язаної CO₂, мл; t – час експозиції, година; 2,2 – коефіцієнт переведення обсягу 0,1 н лугу в мг CO₂; S – ізольована площа, м².

Процес розкладання органічних речовин починається з гідролізу целюлози, яка є частиною оболонок клітин у рослинних залишках. Цукри, що утворюються в результаті цього процесу, швидко засвоюються целюлозними бактеріями, які перетворюють їх на інші сполуки. Оцінка загальної біологічної активності за ступенем розкладання лляного полотна дозволяє визначити інтенсивність та особливості біологічних процесів у ґрунті в найбільш узагальненій формі.

Активність целюлозоруйнівних бактерій у всіх варіантах досліді в шарі ґрунту 10–20 см виявилась більшою порівняно з 0–10 см шаром ґрунту (табл. 1). Найнижча біологічна активність відмічена в шарі 20–30 см ґрунту порівняно з 0–10 см і 10–20 см.

Застосування поверхневого обробітку забезпечував меншу активність на 8–15 % порівняно з безполицевим розпушенням до 35 см. Післядія сидеральних культур проявляється в підвищенні біологічної активності ґрунту, сприяючи створенню ідеального середовища для життя корисних мікроорганізмів, які розкладають органічну речовину та забезпечують рослини поживними елементами [7].

Таблиця 1

**Інтенсивність розкладання лляної тканини за 45 діб експозиції у ґрунті
на період цвітіння кукурудзи, %, (2023–2024 рр.)**

Обробіток ґрунту, А	Сидерати, В	Шар ґрунту, см		
		0–10	10–20	20–30
Поверхневий обробіток на 10–12 см	1	22,9	23,8	12,1
	2	25,0	27,2	14,0
	3	25,7	26,0	14,0
	4	26,2	26,7	14,2
	5	26,2	27,0	14,1
	6	26,4	28,9	14,6
Безполицевий обробіток до 35 см	1	24,9	25,8	14,3
	2	26,9	30,0	15,5
	3	24,4	26,0	14,2
	4	26,4	29,3	13,3
	5	27,0	30,1	14,5
	6	27,6	30,8	14,7
Технології no-till	1	22,0	24,0	12,8
	2	24,0	26,0	13,7
	3	22,2	25,0	13,0
	4	24,8	26,7	13,0
	5	25,0	27,0	13,4
	6	25,6	27,3	13,8
НІР ₀₅ А		0,87	1,03	0,86
НІР ₀₅ В		1,33	1,57	1,32

Примітка: 1. Післяжнивні та кореневі рештки пшениці озимої (контроль); 2. Солома + сидерати (вика + редька олійна); 3. Солома + сидерати (вика + редька олійна) + мінеральні добрива; 4. Редька олійна + фацелія + вика + овес; 5. Гірчиця біла + фацелія + люпин + суданська трава; 6. Редька олійна + гірчиця біла + фацелія + вика + льон + суданська трава.

Целюлозолітична активність ґрунту характеризується динамічністю впродовж вегетаційного періоду. Вона багато в чому залежить від гідротермічного режиму, регулюється системою обробітку ґрунту й істотно збільшується за внесення органічних і мінеральних добрив [8].

Застосування безполицевого розпушування до 35 см та культур (редька олійна + гірчиця біла + фацелія + вика + льон + суданська трава) на сидерат сприяє підвищенню активності целюлозоруйнівних бактерій чорнозему типового.

Результати досліджень (табл. 2) свідчать про те, що динаміка інтенсивності дихання ґрунту залежить від гідротермічних умов вегетаційного періоду. Зокрема, найменша кількість виділення CO₂ спостерігається навесні, коли температура ґрунту не перевищує 5–7 °С, а також в умовах підвищеної вологості, що пригнічує життєдіяльність ґрантової мікрофлори. З наближенням вегетаційного періоду температура повітря підвищується, ґрунт прогрівається до 10–12 °С, що активізує біологічні процеси і, відповідно, призводить до збільшення виділення CO₂.

Найбільші показники інтенсивності дихання виявлено в літні місяці, коли температура ґрунту досягає + 15–20 °С. У цей період ґрунт затінений рослинами і має достатню кількість продуктивної вологи [4]. Під час збирання кукурудзи на зерно температура повітря знижується, ґрунт охолоджується, і інтенсивність виділення CO₂ поступово зменшується. Отже, в типових чорноземах процес дихання навесні обмежується температурними умовами, влітку він більше залежить від наявності продуктивної вологи, а восени значно знижується через низькі температури та недостатнє зволоження ґрунту.

Таблиця 2

**Виділення CO₂ з ґрунту залежно від його обробітку та сидератів
в полі кукурудзи на зерно, мг CO₂/м², 2023–2024 рр.**

Обробіток ґрунту, А	Сидерати, В	Строк спостереження		
		травень	липень	вересень
Поверхневий обробіток на 10–12 см	1	230	440	300
	2	222	425	289
	3	226	430	318
	4	224	426	306
	5	230	432	310
	6	233	443	320
Безполицевий обробіток до 35 см	1	230	465	340
	2	235	445	333
	3	238	450	335
	4	237	468	330
	5	240	472	338
	6	242	470	340
Технології no-till	1	205	312	270
	2	207	310	265
	3	208	319	285
	4	204	318	280
	5	208	322	289
	6	210	320	290
НІР ₀₅ А		22,9	11,7	17,7
НІР ₀₅ В		F _φ < F ₀₅	F _φ < F ₀₅	13,3

Примітка: 1. Післяжнивні та кореневі рештки пшениці озимої (контроль); 2. Солома + сидерати (вика + редька олійна); 3. Солома + сидерати (вика + редька олійна) + мінеральні добрива; 4. Редька олійна + фацелія + вика + овес; 5. Гірчиця біла + фацелія + люпин + суданська трава; 6. Редька олійна + гірчиця біла + фацелія + вика + льон + суданська трава.

Застосування під кукурудзи на зерно безполицевого обробітку ґрунту на 5,2–9,4 % збільшило виділення CO₂ з поверхні чорнозему типового порівняно з варіантом поверхневого обробітку. Технології no-till призводили до істотного зниження інтенсивності дихання у травні на 13,7 %, липні на 35,0 %, і у вересні – 16,6 % порівняно з безполицевим обробітком ґрунту. Перевага безполицевого

обробітку у виділенні CO_2 ґрунтом, обумовлено більш швидким прогрівання ґрунту.

Застосування під кукурудзу на зерно безполицевого обробітку ґрунту до 35 см на 5,2–9,4 % збільшило виділення CO_2 з поверхні ґрунту порівняно з варіантом поверхневого обробітку ґрунту. Технології no-till призводили до істотного зниження інтенсивності дихання у травні на 13,7 %, у липні на 35,0 %, і у вересні – 16,6 % порівняно з безполицевим обробітком ґрунту. Перевага безполицевого обробітку ґрунту у виділенні CO_2 ґрунтом, обумовлено більш швидким прогріванням ґрунту.

Дослідження засвідчили, що використання культур на сидерат, сумісне застосування соломи та сидерату впливало на динаміку інтенсивності дихання чорнозему типового.

Біологічна активність чорнозему типового в посівах кукурудзи виявилась різною та залежала від внесення соломи, вирощування культур на сидерат. Так, у варіантах, де заробляли солому у поєднанні із зеленою масою вики та редьки олійною не істотно, зменшувалося продукування ґрунтом вуглекислого газу упродовж вегетації культури. За використання (редьки олійної + гірчиці білої + фацелія + вика + льон + суданська трава) варіант 6 за безполицевого обробітку ґрунту, призводило до зростання виділення ґрунтом CO_2 у травні на 12 мг/ CO_2/m^2 , у липні на 30 мг CO_2/m^2 , у вересні на 40 мг CO_2/m^2 порівняно з поверхневим обробітком ґрунту. За внесення соломи, сумісно із культурами (вика + редька олійна) на сидерат варіант 3 за технології no-till виділення CO_2 в агроценозі кукурудзи збільшувалося на 3 мг CO_2/m^2 у фазу сходів, на 7 мг CO_2/m^2 у фазу викидання волоті, на 15 мг CO_2/m^2 у фазу воскової стиглості порівняно до контролю.

Як вважають Л. Р. Петренко, В. А. Андрієнко, Н. М. Рідей, що більш сприятливі умови для виділення вуглекислоти складається у ґрунті, де рослинні рештки та добрива в процесі його обробки розташовуються ближче до поверхні, що має місце за безполицевого та поверхневого обробітку [6]. Інші автори відмічають позитивний вплив оранки на виділення CO_2 ґрунтом. Вони підкреслюють значне збільшення біогенності нижніх шарів ґрунту на варіантах оранки за рахунок кращої аерації, завдяки тому біологічна активність ґрунту за оранки порівняно з безполицевими обробками підвищується [3].

Висновки і пропозиції.

1. Із застосуванням безполицевого обробітку зросли показники, розклади лляної тканини, тоді як за технології no-till простежувалася тенденція до зниження целюлозолітичної активності ґрунту. Застосування культур на сидерат варіант 6 (редька олійна + гірчиця біла + фацелія + вика + льон + суданська трава) і варіант 5 (гірчиця біла + фацелія + люпин + суданська трава) сприяли зростанню розкладу лляної тканини на 39,2 і 34,5 % відповідно порівняно з післяжнивними та кореневими рештками пшениці озимої.

2. Застосування під кукурудзу на зерно безполицевого чизельного розпушування на 5,2–9,4 % збільшило виділення CO_2 з поверхні ґрунту порівняно з поверхневим обробітком. Технології no-till призводили до істотного зниження інтенсивності дихання порівняно з безполицевим обробітком. Інтенсивність дихання зростає на варіантах використання культур на сидерат. Зароблення культур у ґрунт, варіант 6 (редька олійна + гірчиця біла + фацелія + вика + льон + суданська трава) за безполицевого обробітку призводило до зростання виділення ґрунтом CO_2 від 12 до 40 мг CO_2/m^2 порівняно з поверхневим обробітком.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві / за ред М. К. Шикולי : Національний аграрний університет України. К.: Оранта, 1998. 680 с.
2. Експериментальна ґрунтова мікробіологія : монографія / В. В. Волкогон, О. В. Надкернична, Л. М. Токмакова та ін., за наук. Редакцією В. В. Волкогона. Київ : Аграрна наука, 2010. 464 с.
3. Минкін М. В., Минкіна Г. О. Вплив глибини оранки та фону живлення на біологічну активність ґрунту при вирощуванні буряку цукрового в умовах півдня України. Таврійський науковий вісник. 2024. № 139 (1). С. 146–152.
4. Наукові основи систем землеробства : монографія. С. П. Танчик, О. А. Цюк, Л. В. Центило. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 314 с.
5. Пастух Н. Р. Вплив добрив та обробітку ґрунту на біологічну активність чорнозему типового під пшеницю озимую в умовах Лівобережного Лісостепу. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2015. Вип. 58 (1). С. 183–187.
6. Петренко Л. Р., Андрієнко В. А., Рідей Н. М. Зміна біологічних властивостей ґрунтів під впливом обробітку ґрунту без обертання скиби. Наукова монографія. НАУ. Київ, ПФ «Оранта», 1998. С. 122–144.
7. Трус О. М., Прокопенко Е. В., Поліщук Т. В. Біологічна активність ґрунту, її значення для родючості ґрунту і живлення рослин. Вісник КрНУ імені М. Остроградського. 2021. Вип. 5. (130). С. 36–41.
8. Центило Л. В. Біологічна активність ґрунту за різних систем удобрення соняшнику та обробітку ґрунту. Таврійський науковий вісник. 2019. № 108. С. 117–122.
9. Цилюрик О. І., Кулік А. Ф., Гончар Н. В. Біологічна активність ґрунту за різних способів його обробітку та удобрення в посівах соняшнику. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2017. № 2 (44). С. 42–48.
10. Шерстобоева О. В., Демянюк О. С., Чабанюк Я. В. Біодіагностика і біобезпека ґрунтів агроєкосистем. Агроєкологічний журнал. 2017. № 2. С. 142–149.