

СИДЕРАЦІЯ — ОДИН З ЧИННИКІВ ЗБЕРЕЖЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ В ОРГАНІЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

І.М. Городиська

*кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)*

e-mail: anni0479@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1580-3450>

Ю.А. Кравчук

аспірант

Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: krav4uck81@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6878-7700>

У статті доведено актуальність використання сидеральних культур у технологіях органічного землеробства. Проаналізовано результати наукових досліджень із використання сидерації як еколого-безпечного чинника формування основних показників і властивостей ґрунту. Зазначено, що нині вирощування сидеральних культур є однією з основних альтернатив заміни хімічно синтезованих добрив. Наведено приклади використання сидератів як екологічно безпечних видів добрив, що сприяють відновленню родючості ґрунтів, збільшенню врожайності сільськогосподарських культур. Відмічено, що сидеральні культури в умовах органічного землекористування є ефективним і продуктивним компонентом технології вирощування сільськогосподарських культур, сприяють покращенню структури та якості ґрунту, забезпеченню мінерального живлення та створенню сприятливих умов для росту й розвитку рослин, що впливає на збільшення врожайності за повної відмови від хімічних добрив і синтетичних пестицидів. Зазначено, що за використання сидерації в органічних технологіях вирощування сільськогосподарських культур потрібно проводити обґрунтований підбір сидеральних культур із високим адаптивним потенціалом за врахування їхніх біологічних особливостей. Підбір сидератів необхідно здійснювати за врахування ґрунтово-кліматичної зони вирощування, вологозабезпеченості й температурного режиму ґрунту, біологічних особливостей вирощування культур-сидератів та агрономічної цінності їхнього впровадження, особливостей впливу сидерату на структуру ґрунту, його щільність і пористість, забезпечення ґрунту органічною речовиною (гумусом) та поживними мінеральними елементами, а також на урожайність і якість сільськогосподарської продукції.

Ключові слова: органічне виробництво, сидеральні культури, екологобезпечні технології.

ВСТУП

Розвиток органічного землеробства в Україні стає важливою умовою для збільшення експорту сільськогосподарської продукції в Європейський Союз і водночас сприяє збереженню та покращенню якості земельних ресурсів. У сучасному органічному землеробстві велика увага приділяється пошуку та використанню нових екологічно безпечних видів добрив, які сприяють збільшенню врожайності сільськогосподарських культур і відновленню родючості ґрунтів. На сьогодні однією з основних альтернатив є вирощування сидеральних культур, які вводяться в сівозміни з метою відновлення родючості ґрунту, покращення його структури, боротьби зі шкідниками і хворобами сільськогосподарських рослин.

Актуальність використання сидеральних культур зростає на шляху досягнення стійко-

го та ефективного органічного землеробства. Сидеральні культури грають важливу роль у покращенні якості ґрунту, сприяють створенню оптимальних умов для росту та розвитку сільськогосподарських культур, що надалі впливає на збільшення врожайності за повної відмови від хімічних добрив і синтетичних пестицидів. Тому метою статті було вивчити особливості використання сидерації як чинника формування основних показників і властивостей ґрунту за органічних технологій вирощування пшениці озимої.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Використання сидератів як зелених добрив у сільському господарстві є предметом досліджень багатьох учених України і світу. Вагомий науковий внесок у теоретичні та практичні на-

працювання щодо значення зеленого добрива для органічного землекористування та сталого й ефективного землеробства зробили вітчизняні вчені: В.М. Писаренко, С.С. Антоненко, А.С. Антоненко, Г.В. Лук'яненко [1; 2], Е.Г. Дегодок [3; 4], С.А. Балюк, Б.С. Носко [5] та ін.

Сьогодні галузь органічного агровиробництва набуває популярності в Україні і світовому масштабі. Україна має значний потенціал для розвитку органічного сільськогосподарського виробництва завдяки наявності великих площ сільськогосподарських угідь та оптимальним ґрунтово-кліматичним умовам. Сидерати можуть бути використані в сівозмінах як проміжні культури, виконувати фітосанітарну роль, впливаючи на фітопатогенні організми; ефективно боротися з бур'янами, пригнічуючи їх швидко наростаючою фітомасою; перешкоджати водній і вітровій ерозії; забезпечувати підвищення біологічної активності ґрунту; поліпшувати структуру ґрунту, його агрохімічні та водно-фізичні властивості. Усе це, як наслідок, позитивно впливає на родючість ґрунту, підвищення урожайності сільськогосподарських культур та якість вирощуваної продукції.

Органічне землеробство нині є стійкою альтернативою традиційному веденню сільськогосподарської практики, оскільки воно базується на використанні стратегії сталого розвитку та екологічно безпечної агротехнології вирощування сільськогосподарської продукції. Однією з таких умов є використання сидератів як органічних добрив, що не містять синтетичних хімічних речовин і не забруднюють навколишнє природне середовище. Це сприяє отриманню екологічно безпечного продукту і водночас збереженню довкілля [6].

Концепція органічного землеробства має свої особливості удобрення порівняно з традиційним сільським господарством. Один з основних принципів органічного виробництва — це відмова від синтетичних хімічних добрив, таких як сульфати амонію, нітрати, фосфати та ін. Замість них використовуються природні органічні джерела живлення рослин, такі як компост, сидерати, відходи тварин і рослин, мікробіологічні препарати тощо. В органічному виробництві не використовуються хімічні пестициди та гербіциди, які можуть забруднювати ґрунт та негативно впливати на довкілля. Натомість використовуються методи біологічного контролю шкідників та боротьби з бур'янами, мікробіологічні препарати, які містять корисні бактерії та гриби, для покращення розкладання органічних матеріалів у ґрунті [7].

Сидерація, або застосування зелених добрив, широко використовується в землеробстві багатьох країн світу. Цей метод є важливою

складовою органічного землеробства, оскільки сприяє збереженню та підвищенню родючості ґрунту, збагаченню його органічними та мінеральними речовинами, сприяє створенню біологічно активного ґрунту та покращенню умов для наступних сільськогосподарських культур.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В основу методології досліджень покладено системний підхід, у межах якого використовували сучасні та класичні наукові прийоми проведення досліджень: загальнонаукові методи (аналіз і синтез даних); абстрактно-логічний та порівняльний аналіз (обґрунтування мети і висновків).

Використано фондові матеріали, монографічні, наукові та статистичні дані для наукового узагальнення інформації та виявлення причинно-наслідкових зв'язків.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Ідеї щодо використання зеленого добрива в сільському господарстві набули популярності ще в шістдесятих роках дев'ятнадцятого століття. В Україні цю методику почали впроваджувати дещо пізніше, однак відтоді використання зеленого добрива стало важливою складовою сталого та ефективного землеробства, сприяючи поліпшенню структури та родючості ґрунту, зниженню ерозії та збільшенню врожайності культурних рослин. Особливо важливим є використання сидератів у органічному виробництві, де ключовою умовою є повна відмова від застосування мінеральних добрив. Водночас, зважаючи на обмежене використання гною через занепад та відсутність достатньо розвиненої тваринницької галузі, сидерати є альтернативним видом органічних добрив для поповнення органічної речовини ґрунту [8].

Є майже 60 різних видів культур сидератів, які можна використовувати як зелене добриво. Найпоширеніші в Україні сидеральні рослини зображено на *рисунок 1*.

Кожен вид сидерату має свої особливості та переваги, які потрібно враховувати під час підбору сидеральної культури за врахування ґрунтово-кліматичної зони вирощування; водного й температурного режиму; ефективності їхнього застосування; особливостей впливу на структуру ґрунту (діаметр ґрунтових агрегатів, їхню структуру та співвідношення), на його щільність та пористість, накопичення органічної речовини та мікроелементів, а також на урожайність і якість сільгосппродукції [8].

Інформаційно-літературний аналіз свідчить, що в Україні в нинішніх умовах зміни

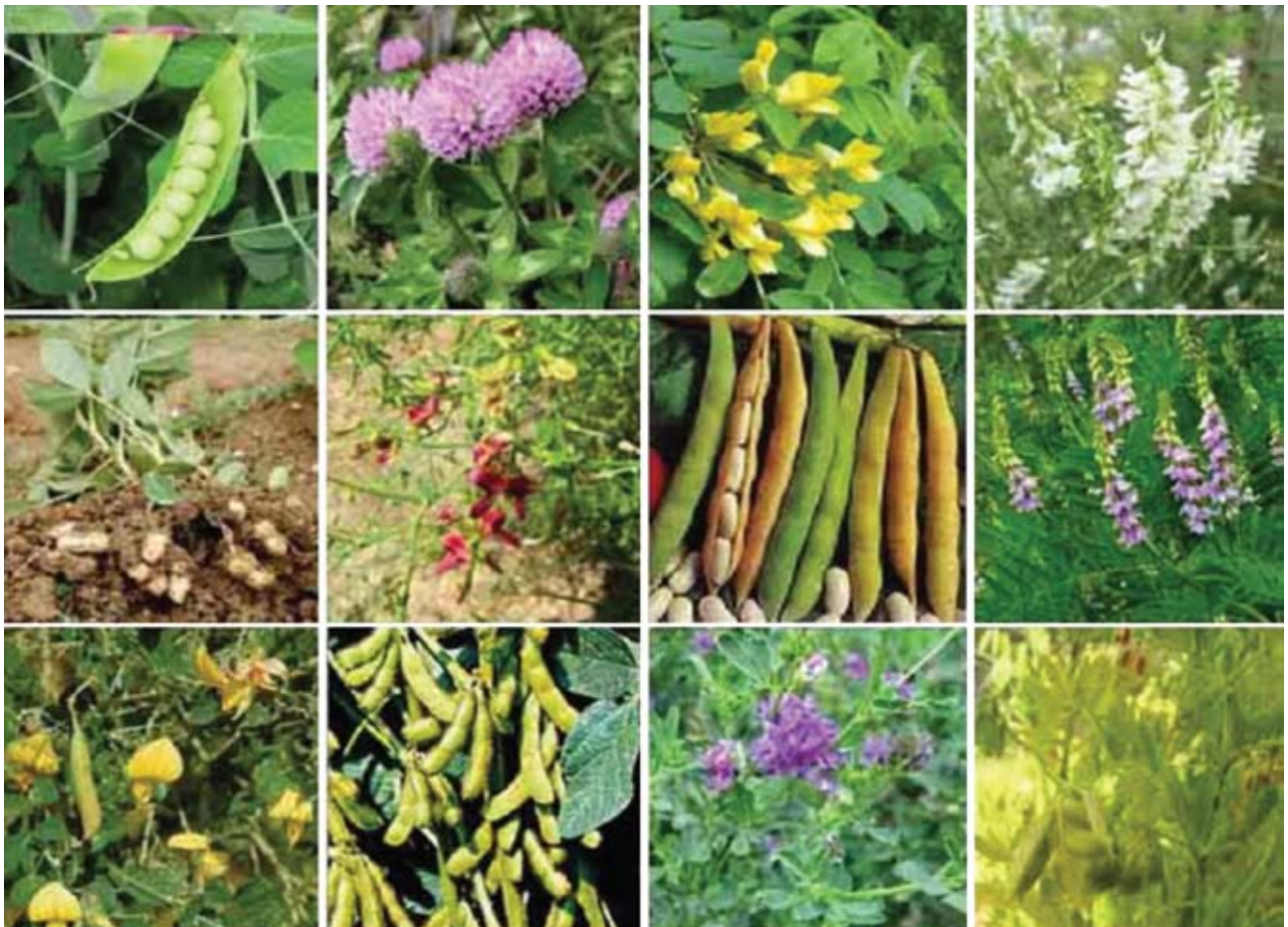


Рис. 1. Найбільш поширені культури-сидерати в Україні

Джерело: [8].

клімату змінився асортимент застосовування сільськогосподарських культур на зелене добриво. Погодно-кліматичні зміни, зокрема температурний режим та кількість опадів, впливають на вегетаційний період культурних рослин, на доступність для них ґрунтової вологи та інші фактори, що забезпечують їхній ріст і розвиток. Тому сільськогосподарські підприємства змушені ретельно добирати асортимент культур для вирощування на сидерати залежно від складу ґрунтів, умов місцевості, особливостей вирощування певних сидеральних культур із метою оптимального використання ресурсів і збереження ґрунтової родючості [4].

У світі в сільському господарстві для сидерації переважно застосовуються різні види бобових, капустяних і злакових культур. Ці культури можуть використовуватися як окремі види або ж комбінуватися в сумішах для різних цілей, таких як: підвищення родючості та покращення якості ґрунту, підвищення врожайності сільськогосподарських культур, зменшення втрат врожаю від шкідників і хвороб,

збільшення стійкості культур до несприятливих факторів довкілля, оптимізація використання ресурсів тощо [4].

Поживні елементи (азот, фосфор, калій та ін.) присутні в сидератах у біологічно зв'язаній формі, а саме як органічна речовина. Ця форма поживних елементів не вимивається з ґрунту та не спричиняє забруднення ґрунту і ґрунтових вод нітратами та іншими шкідливими речовинами. Здебільшого зелена маса сидератів містить приблизно 200–250 кг/га азоту, що є еквівалентно внесенню 6–7 ц/га (за діючою речовиною) азотовмісних добрив [8].

За даними В. М. Писаренка та ін. [1], найбільша кількість азоту накопичується в ґрунті після сидерації бобовими культурами, а саме вики ярої і озимої та еспарцету. Так, після зроблення зеленої біомаси сидерату вики озимої в ґрунті акумулюється 435 кг/га поживних речовин (азоту, фосфору, калію), суріпи — 430, подвійного заорювання гречки — 640 кг/га зазначених поживних елементів. Чималу кількість макроелементів привносять вики яра,

редька олійна, еспарцет, фацелія тощо. Накопичення поживних речовин у зеленій біомасі культур-сидератів та їх урожайність наведена в таблиці 1.

За даними В. П. Гудзя з колегами [9], з рослинними рештками сільськогосподарських культур і сидератами в ґрунт повертається 25–60% азоту, 18–52% фосфору, 17–48% калію, 27–55% кальцію. Так, наприклад, за вирощування буркуну білого в сидеральному парі в ґрунт надходить: азоту — 376 кг/га, фосфору — 67, калію — 300 кг/га. Водночас надходження елементів живлення в ґрунт із сидератами переважає їхній винос культурними рослинами з урожаєм, зокрема азоту — на 49 кг/га, фосфору — на 3,4, а калію — на 20 кг/га. Застосування післяживних сидератів разом із побічною продукцією та кореневими рештками повністю компенсує винос органічної речовини з урожаєм основної продукції. Такі технології забезпечують додаткове надходження 68,4 ц/га органічної речовини на поле сівозміни, що рівнозначно 1620 т/га гною.

Накопичення біомаси сидератів обумовлюється різними чинниками, серед яких — види сидеральних культур, природно-кліматичні умови регіону вирощування, родючість ґрунту та методи вирощування сільськогосподарських культур. Також важливим аспектом є фізіологічна фаза розвитку сидеральних культур, що впливає на обсяг та якість біомаси, яка генерується.

Привнесення органічної речовини як біомаси сидератів позитивно впливає на фізико-хімічні властивості ґрунтів, є ключовим чинником для збереження і покращення родючості ґрунту та ефективного вирощування сільськогосподарських культур за органічними технологіями. Так, сидерація сприяє покращенню структури ґрунту завдяки утворенню стійких

і добре сформованих агрегатів або групи частинок, які утворюють агрономічно цінну структуру ґрунту. Утворена структура ґрунту забезпечує покращення провітрювання та проникність води в ґрунт, що передусім важливо для функціонування кореневої системи рослин [10]. Підвищення водоутримуючої здатності ґрунту, як наслідок введення в сівозміну сидеральних культур, відбувається завдяки процесам, які залежать від вмісту органічної речовини та агрегатного стану ґрунту. Збільшення вмісту органічної речовини в ґрунті сприяє створенню добре сформованих органічних агрегатів (зокрема, гумусу) та його структурної пористості [11]. Родючість ґрунту забезпечують гумус і поживні речовини в ньому завдяки доступності для рослин за сприятливого агрегатного стану. Формування стійкої агрегатної структури ґрунту, впливаючи на утримання води та повітря в ґрунті, сприяє дренажу, що своєю чергою запобігає процесам ґрунтової ерозії [12].

Крім того, 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 [13].

Сидерація забезпечує формування основних показників агрохімічних і фізико-хімічних властивостей ґрунту. Так, корейськими дослідниками доведено вплив сидератів на водостійкість ґрунтових агрегатів, які покращують фізичні властивості ґрунту та забезпечують накопичення і зберігання в ньому органічного вуглецю за вирощування рису. Результати досліджень показали, що водостійкі фракції ґрунтових мікроагрегатів (розміром <53 мкм і 53–250 мкм) та макроагрегатів (>250 мкм) забезпечували значне накопичення вуглецю

Таблиця 1

Уміст основних поживних речовин у біомасі сільськогосподарських культур-сидератів та їх урожайність

Культура-сидерат	Уміст поживних речовин у біомасі, кг/га			Загальний уміст поживних речовин, кг/га	Урожайність сидерату, ц/га зеленої маси
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Вико-вівсяна суміш	120	35	80	235	250
Вика озима	160	75	200	435	250
Еспарцет	145	25	75	245	275
Гречка (двічі зароблена)	200	135	305	640	650
Редька олійна	85	65	245	395	450
Свиріпа	135	55	240	430	340
Фацелія	80	50	200	330	300

Джерело: [1].

в родючому шарі ґрунту порівняно з контролем. Ці результати підтвердили, що сидерати сприяють агрегації ґрунту та стабілізуванню органічного вуглецю в ґрунтових агрегатах, забезпечують формування банку гумусу та фізичну стабільність ґрунту [14].

Дослідженнями науковців [15] доведено позитивний вплив сидерації за вирощування бобових культур в умовах органічного землеробства Казахстану на родючість чорнозему та продуктивність культур у сівозміні (чистий пар, озима пшениця, ячмінь, соняшник). Використання в сівозміні сидератів (сидеральний пар (конюшина), редька олійна, люцерна) впливало на покращення фізичних властивостей ґрунту за зростання водостійкості ґрунтових агрегатів на 9,7%. Спостерігалася стійка тенденція до зростання (у 1,5 раза) органічної частини ґрунту, до складу якої входили напіврозкладені рослинні рештки.

Науковцями встановлено, що за розкладання сидератів утворюються мінеральні речовини (N, P, K, Ca), водночас у ґрунт виділяється діоксид вуглецю, який використовують рослини для фотосинтезу [2]. Сидеральні культури містять усі елементи, необхідні для живлення рослин, і є джерелом енергії для розвитку та життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів. Водночас сидерати поповнюють запаси органічних речовин у ґрунті, які необхідні для забезпечення його родючості [16].

За даними колективу вчених [2], використання сидерації сприяє формуванню оптимального поживного режиму для рослин і створює позитивний баланс гумусу в ґрунті. Після зорювання накопиченої сидератами біомаси в ґрунт, вона розкладається і сприяє накопиченню органічної речовини та біологічного азоту. Фіксований азот не повністю споживається сільськогосподарськими рослинами, тому значна частина невикористаного рослинами азоту залишається в ґрунті, зокрема за сидерації зернобобовими — 10–12 кг/га, а багаторічними бобовими травами — до 60–120 кг/га азоту.

Науковці вважають, що “зелене добриво є невичерпним, постійно поновлювальним джерелом органічної речовини” [17]. Інформаційно-аналітичні дослідження підтверджують, що для формування біомаси сидерати використовують із ґрунту лише 10% поживних речовин за весь вегетаційний період, а решту 90% азоту сидеральні культури отримують із повітря, використовуючи сонячну енергію та за рахунок біологічної азотфіксації.

Дані літературних джерел свідчать, що позитивна дія сидерації на підтримання родючості ґрунту й підвищення врожайності сільськогосподарських культур зберігається

впродовж трьох років. Цьому сприяє здатність використання сільськогосподарськими культурами невикористаних резервів поживних речовин фосфору, калію, магнію, кальцію та інших макро- та мікроелементів живлення рослин із глибших генетичних горизонтів ґрунту. Додається і накопичення азоту завдяки біологічній фіксації, насамперед багаторічними бобовими травами, як обов'язкового елементу технологій органічного землеробства [6].

Найефективнішими для сидерації визначено однорічні та багаторічні бобові культури [8]. Так, наприклад, за урожайності зелених добрив вики озимої масою 250 ц/га, завдяки процесу розкладання органічної речовини в ґрунті бактеріями та іншими мікроорганізмами на розчинні мінеральні форми, накопичується: азоту — приблизно 160 кг/га, фосфору — 75 кг/га і калію — 200 кг/га. Такі кількості поживних речовин еквівалентні внесенню 906 кг/га мінеральних добрив (наприклад, нітроаммофоски) [8; 17].

Результати досліджень учених [6] свідчать, що чимала роль сидерації полягає не лише в ефективності зеленої маси сидератів. Коренева система культур сидератів під час розкладання також збагачує ґрунт органічними компонентами та макроелементами: азотом, фосфором, калієм, кальцієм. Окрім того, відбувається низка позитивних процесів у ґрунті, які забезпечують його родючість. Під час розкладання кореневої системи сидератів у ґрунті відбувається вивільнення органічних речовин і поживних елементів, які були накопичені рослиною під час її росту. Зокрема, мінералізація коренів рослин сприяє розпушуванню ґрунту та поліпшенню його структури. Водночас корені сидератів також допомагають покращити структуру ґрунту, створюючи пори та інфільтраційні шляхи для води та повітря. Стабілізуючи повітряний і водний режими ґрунту, покращується його здатність утримувати воду. Поміж тим, посилюється діяльність корисних мікроорганізмів, активізуються пригнічення та протидія розвитку шкідників, хвороб, бур'янів [18].

Велика роль сидерації відводиться забезпеченню мінімізації антропогенного навантаження на агроєкосистему завдяки зменшенню обсягів використання хімічних мінеральних добрив і пестицидів, що своєю чергою сприяє покращенню екологічного стану навколишнього природного середовища [19].

Доведено залежність впливу органічних решток сидератів на агрохімічні властивості ґрунту, яка безпосередньо обумовлена кількістю, типом та об'ємом заробленої в ґрунт сидеральної органічної речовини. Застосування в якості сидератів бобових культур, що відрізняються

няються низьким вмістом лігніну та низьким співвідношенням вуглецю і азоту (C/N), може забезпечити ґрунт більшим вмістом поживних речовин, які досить швидко та ефективно поглинають рослини [20].

Ключовою властивістю сидератів як зеленого добрива вважається оптимальне надходження азоту (N), який забезпечує ріст і розвиток рослин. Науковці С. Рижук та ін. [21] вважають, що чим повільніше вивільняються поживні речовини під час розкладання сидератів, тим ефективніше вони засвоюються культурними рослинами й забезпечують кращу урожайність.

У початкову фазу розкладання біомаси починається розщеплення водорозчинних органічних речовин, таких як крохмаль і целюлоза, геміцелюлози та амінокислоти. Наступна фаза більш повільна, за якої починається розкладання лігніну та інших стійких матеріалів рослин і коренів сидератів. Лігнін є основним структурним компонентом сполучної тканини переважної більшості рослин. Він складає вуглецевий скелет рослин і важко піддається розкладанню. Процес розкладання лігніну досить важливий за рахунок його повільного органічного розщеплення, також він є важливим довготривалим компонентом банку вуглецю, покращує структуру та поживність ґрунту. Лігнін та інші стійкі матеріали можуть розкладатися в ґрунті за допомогою мікроорганізмів, грибів та інших біологічних процесів. Розкладання лігніну активізується за підвищеної вологості та підвищеної температури, оскільки такі умови сприяють діяльності мікроорганізмів, які і прискорюють процес розкладання [22].

Низка вчених довела, що кількість грибів, бактерій та актиноміцетів у ґрунті була набагато вищою за використання сидеральних культур порівняно з контролем. Сидерати значно збільшували біомасу та активність ґрунтових мікроорганізмів і чисельність мікрочленистоногих, які мають важливе значення для ґрунтової екосистеми [23]. Рослинні рештки сидератів стимулюють активність росту ґрунтових мікробних угруповань, підвищують ферментативну активність ґрунту. Збільшення чисельності мікроорганізмів у ґрунті забезпечує підвищення вмісту органічного вуглецю та азоту, покращує дихання ґрунту завдяки легкорозчинним органічним речовинам, вивільненим із залишків сидератів, які своєю чергою стимулюють мікробну діяльність у ґрунті.

Так, наприклад, зелене добриво райграсу (*Lolium multiflorum* L.) масою 25 т/га сприяло збільшенню чисельності ґрунтових мікроорганізмів, завдяки яким біомаса органічного вуглецю збільшилася на 79,2% порівняно з контролем [24].

Важливе значення в органічному землеробстві належить сівозміні, яка передбачає науково обґрунтоване чергування сільськогосподарських культур для відновлення родючості та підтримання здоров'я ґрунту, підвищення врожайності, зменшення вразливості агрофітоценозів до шкідників і хвороб. Передусім сидерати в сівозміні в органічному землеробстві використовують для покращення родючості ґрунту та забезпечення його необхідною органічною речовиною, для збереження біорізноманіття та забезпечення екологічної рівноваги в агроєкосистемі.

Аналіз літературних джерел свідчить, що понад 30% потреби в азоті можна забезпечити за використання в сівозміні (для прикладу, чергування культур: кукурудза на зерно, пшениця озима, люцерна (три роки), пшениця озима) сидератів, які слід розглядати як ресурсозберігаючу систему удобрення. Для цього в зазначеній системі потрібно як органічне добриво застосовувати стебла кукурудзи (10 т/га), соломі пшениці озимої (5 т/га), сидерати як зелене добриво та мікробіологічні препарати. Для отримання врожаю пшениці озимої 5,0–5,7 т/га оптимальна річна норма забезпечення азотом повинна становити 60–90 кг/га. Передусім це залежить від попередника та застосованих під нього добрив [6].

Сидеральні культури (коношина червона, донник білий та люцерна посівна) здатні накопичувати важливі поживні речовини, впливати на стабільність і стійкість біологічно фіксованого азоту (N). Бобові сидерати, заорані в ґрунт разом із післяжнивними залишками соломи та коренів ячменю, забезпечують підвищення азоту в ґрунті у 4 рази, фосфору — у 2,8 рази, калію — у 2,5 рази [8].

Щороку відбувається підвищення популяризації впровадження сидерації в сільськогосподарську практику. Так, у Китаї, з 2017 року запрацювала Програма використання сидератів (англ. The Green Manure Planting Program, GMPP), спрямована на збереження сільськогосподарських угідь і захист агроєкосистем країни. Для аграріїв ця програма передусім стала ефективним економічним стимулом — саме тим чинником, який підтримує їхній інтерес і мотивацію до підвищення продуктивності та рентабельності власної сільськогосподарської діяльності [25]. Високий рівень впровадження програми сидерації в цій країні пояснюється необхідністю мінімізації забруднення та деградації ґрунту, які відбуваються під час застосування мінеральних добрив. Тому пріоритети спрямовані на використання екологічних функцій сидератів як зелених добрив.

Отже, застосування сидерації в органічному виробництві є ефективним і сталим підходом до поліпшення основних показників фізичних, хімічних і біологічних властивостей ґрунту, підвищення його родючості, забезпечення стійкості агроценозу. Особливо це важливо в органічному землеробстві, оскільки відсутність хімічних добрив і пестицидів робить сидерацію потужним інструментом для досягнення стабільних та екологічно безпечних врожаїв і сприяє збереженню екологічної безпеки агроєкосистеми.

ВИСНОВКИ

1. Введення в сівозміни ланки сидератів, особливо в умовах органічного землекористування, є ефективним і продуктивним компонентом технології вирощування сільськогосподарських культур з огляду на позитивний вплив на родючість ґрунту, фізико-хімічні, мікробіологічні показники тощо.

2. При впровадженні сидерації в органічних технологіях вирощування сільськогос-

подарських культур обов'язковим є обґрунтований підбір сидеральних культур із високим адаптивним потенціалом за врахування їхніх біологічних особливостей. Підбір сидератів необхідно здійснювати за врахування ґрунтово-кліматичної зони вирощування, вологозабезпеченості й температурного режиму ґрунту, біологічних особливостей вирощування культур-сидератів та ефективності їхнього застосування, особливостей впливу сидерату на структуру ґрунту, його щільність і пористість, забезпечення ґрунту органічною речовиною (гумусом) та поживними мінеральними елементами, а також на урожайність і якість сільськогосподарської продукції.

3. Застосування сидеральних культур в органічному рослинництві сприяє покращенню структури та якості ґрунту, забезпеченню мінерального живлення та створенню сприятливих умов для росту й розвитку культурних рослин, значно підвищує врожайність наступних у сівозміні культур.

ЛІТЕРАТУРА

1. Писаренко В.М., Антоненко А.С., Лук'яненко Г.В. Система органічного землеробства агроєкологія С.С. Антоненко. Полтава, 2016. 131 с.
2. Писаренко В.М., Писаренко П.В., Писаренко В.В., Горб О.О., Чайка Т.О. Формування родючості ґрунту в умовах органічного землеробства. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 3. С. 85–91. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.11>
3. Дегодюк Е.Г., Вітвіцька О.І., Дегодюк Т.С. Сучасні підходи до оптимізації мінерального живлення рослин в органічному землеробстві. *Зб. наук. праць ННЦ "Інститут землеробства НААН"*. 2014. Вип. 1–2. С. 33–39.
4. Дегодюк С.Е., Дегодюк Е.Г., Проненко М.М., Ігнатенко Ю.О., Пипчук Н.М., Мулярчук А.О. Ефективність застосування відновлюваних місцевих ресурсів за органічного землеробства: науково-методичні рекомендації. Вінниця: ТОВ "ТВОРИ", 2020. 48 с.
5. Балюк С.А., Носко Б.С., Шимель В.В., Єстеревська Л.В., Момот Г.Ф. Оптимізація живлення рослин у системі факторів ефективної родючості ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2019. Вип. 97 (3). С. 12–19. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201903-02>
6. Чмель О.П., Круподеря Ю.О., Бондар І.М. Сидерація як альтернатива органічним добривам і засіб збільшення продуктивності агроценозів. *Вісник ХНАУ. Серія: "Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання"*. 2019. Вип. 2. С. 35–44. DOI: <https://doi.org/10.35550/ISSN2413-7642.2019.02.04>
7. Raja B.L., Ait-El-Mokhtar M., Mohamed A., Abderrahim B., Youssef A.R., Anas R., Abdelilah, M. Green compost combined with mycorrhizae and rhizobia: a strategy for improving alfalfa growth and yield under field conditions. *Gesunde Pflanzen*. 2021. Vol. 73 (2). P. 193–207.
8. Цицюра Я.Г., Неїлик М.М., Дідур І.М., Поліщук М.І. Сидерація як базова складова біологізації сучасних систем землеробства. Вінниця: Видавець ТОВ "Друк", 2022. 770 с.
9. Гудзь В.П., Шувар І.А., Юник А.В., Рихлівський І.П., Міщенко Ю.Г. Адаптивні системи землеробства: підручник. За ред. Гудзя В.П. К.: "Центр учбової літератури", 2014. 336 с.
10. Балаєв А., Тонха О., Піковська О., Гаврилюк М., Шеметун К. Гумусованість і фізико-хімічні властивості чорноземів Лісостепу за мінімізації обробітків і біологізації системи удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2020. Вип. 98 (11). С. 24–31. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202011-03>
11. Mishchenko Y.G., Zakharchenko E.A., Berdin S.I., Kharchenko O.V., Ermantraut E.R., Masyk I.M., Tokman V.S. Heribological monitoring of efficiency of tillage practice and green manure in potato agrocenosis. *Ukrainian journal of ecology*. 2019. Vol. 9 (1). P. 210–219.
12. Дмитренко О.В., Павліченко А.І. Вплив систем удобрення та хімічної меліорації на структуру вбирного комплексу сірого лісового ґрунту. *Агроєкологічний журнал*. 2020. № 4. С. 105–113. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2020.219450>
13. 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. URL: <http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/9146> (дата звернення: 07.10.2023).
14. Lee C.R., Kim S.H., Oh Y., Kim Y.J., Lee S.M. Effect of Green Manure on Water-Stable Soil Aggregates

- and Carbon Storage in Paddy Soil. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*. 2023. Vol. 56 (2). С. 191–198. DOI: <https://doi.org/10.7745/KJSSF.2023.56.2.191>
15. Mukhametov A., Bekhorashvili N., Avdeenko A., Mikhaylov A. The Impact of Growing Legume Plants under Conditions of Biologization and Soil Cultivation on Chernozem Fertility and Productivity of Rotation Crops. *Legume Research: An International Journal*. 2021. Vol. 44 (10). P. 1219–1225. DOI: <https://doi.org/10.18805/LR-573>
 16. Резніченко Н., Гальченко Н. Вплив сидеральних добрив за різних систем основного обробітку ґрунту на поживний режим темно-каштанового ґрунту. *Зрошуване землеробство. Зб. наук. пр.* 2020. Випуск 73. С. 102–107. DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.19>
 17. Гончарук І.В., Ковальчук С.Я., Цицюра Я.Г., Лутковська С.М. Динамічні процеси розвитку органічного виробництва в Україні. Вінниця: ТОВ “ТВОРИ”, 2020. 478 с.
 18. Piskaeva A.I., Babich O.O., Dolganyuk V.F., Garmashov S.Yu. Analysis of influence of biohumus on the basis of consortium of effective microorganisms on the productivity of winter wheat. *Foods and raw materials*. 2017. Т. 5 (1). С. 90–99. DOI: <https://doi.org/10.21179/2308-4057-2017-1-90-99>
 19. Лисанюк В.Г., Вольський В.А., Савченко І.Ф., Рихлівський П.А., Коцюбанський Р.В. Дослідження агро-технічних способів підвищення родючості ґрунтів в системі органічного землеробства. *In Colloquium-journal*. 2022. Vol. 5 (128). P. 31–39. DOI: <https://doi.org/10.24412/2520-6990-2022-5128-31-39>
 20. Liang H., Li S., Zhang L., Xu C., Lv Y., Gao S., Cao W. Long-term green manuring enhances crop N uptake and reduces N losses in rice production system. *Soil and Tillage Research*. 2022. Vol. 220. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2022.105369>
 21. Рижук С., Кочик Г., Мельничук А. Обґрунтування підходів і стратегічних напрямів щодо секвестрації й збільшення органічного вуглецю в ґрунтах зони Полісся. *Вісник аграрної науки*. 2022. Вип. 100 (5). С. 20–32. DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202205-04>
 22. Сендецький В.М., Мельничук Т.В., Козіна Т.В. Вплив сумісного застосування соломи, післязливних рештків та сидератів на біологічну активність ґрунту. Всеукр. наукова інтернет-конференція “Інноваційні технології в рослинництві”. 2020. С. 102–105.
 23. Mishchenko Y., Kovalenko I., Butenko A., Danko Y., Trotsenko V., Masyk I.,... & Stavvytskyi A. Microbiological Activity of Soil Under the Influence of Post-Harvest Siderates. *Journal of Ecological Engineering*. 2022. Vol. 23 (4). DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/146612>
 24. He H.B., Li W.X., Zhang Y.W., Cheng J.K., Jia X.Y., Xin G.R. Effects of Italian ryegrass residues as green manure on soil properties and bacterial communities under an Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.)-rice (*Oryza sativa* L.) rotation. *Soil and Tillage Research*. 2020. Vol. 196. 104487. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104487>
 25. Li F., Ren J., Wimmer S., Yin C., Li Z., Xu C. Incentive mechanism for promoting farmers to plant green manure in China. *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 267. P. 122–197. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122197>

SIDERATION — A FACTOR OF THE FORMATION OF THE MAIN INDICATORS OF THE SOIL IN ORGANIC AGRICULTURE

Horodyska I.

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: anni0479@gmail.com;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1580-3450>

Kravchuk Yu.

Postgraduate Student
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: krav4uck81@gmail.com;
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6878-7700>

The article proves the relevance of using sideral crops in organic farming technologies. The results of scientific research on the use of sideration as an ecologically safe factor in the formation of the main indicators and properties of the soil are analyzed. It is noted that nowadays the cultivation of sideral crops is one of the main alternatives for replacing chemically synthesized fertilizers. Examples of the use of siderates as environmentally safe types of fertilizers that contribute to the restoration of soil fertility and the increase in the yield of agricultural crops are given. It was noted that side crops under organic land use are an effective and productive component of the technology of growing agricultural crops, contribute to improving the structure and quality of the soil, providing mineral nutrition and creating favorable conditions for the growth and development of plants, which affects the increase in yield with the complete rejection of chemical fertilizers and synthetic pesticides. It is noted that when using sideration in organic technologies for growing agricultural crops, it is necessary to make a reasonable selection of sideration crops with a high adaptive potential, taking into account their biological characteristics. The selection of siderates must be carried out taking into account the soil and climatic zone of cultivation, moisture availability and temperature regime of the soil, biological features of growing siderate

cultures and the agronomic value of their introduction, features of the effect of siderate on the structure of the soil, its density and porosity, providing the soil with organic matter (humus) and nutritional mineral elements, as well as the yield and quality of agricultural products.

Keywords: sideration, organic production, sider cultures, environmentally friendly technologies.

REFERENCES

1. Pysarenko, V.M., Antonets, A.S., & Lukianenko, H.V. (2016). *Systema orhanichnoho zemlerobstva ahroekoloha S.S. Antontsia*. [The system of organic farming, agroecologist S.S. Antonets]. Poltava [in Ukrainian].
2. Pysarenko, V.M., Pysarenko, P.V., Pysarenko, V.V., Horb, O.O., & Chaika, T. O. (2019). Formuvannia rodiuchosti ґрунту v umovakh orhanichnoho zemlerobstva [Formation of soil fertility under conditions of organic farming]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii — Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 3, 85–91. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.11> [in Ukrainian].
3. Dehodiuk, E.H., Vitvitska, O.I., & Dehodiuk, T.S. (2014). Suchasni pidkhody do optymizatsii mineralnoho zhyvlennia roslyn v orhanichnomu zemlerobstvi [Modern approaches to optimization of plant mineral nutrition in organic farming]. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovooho tsentru Instytut zemlerobstva NAAN — Collection of scientific works of the National Scientific Center “Institute of Agriculture” NAAS*, 1–2, 33–39 [in Ukrainian].
4. Dehodiuk, S.E., Dehodiuk, E.H., Pronenko, M.M., Ihnatenko, Yu.O., Pypchuk, N.M., & Muliarchuk, A.O. (2020). *Efektivnist zastosuvannia vidnovliuvanykh mistsevykh resursiv za orhanichnoho zemlerobstva: naukovo-metodychni rekomendatsii* [Effectiveness of using renewable local resources in organic farming: scientific and methodological recommendations]. Vinnytsia: TOV “TVORY” [in Ukrainian].
5. Baliuk, S.A., Nosko, B.S., Shymel, V.V., Yeteravska, L.V., & Momot, H.F. (2019). Optymizatsiia zhyvlennia roslyn u systemi faktoriv efektyvnoi rodiuchosti ґруntiv [Optimization of plant nutrition in the system of factors of effective soil fertility]. *Visnyk ahrarnoi nauky — Bulletin of Agrarian Science*, 97 (3), 12–19. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201903-02> [in Ukrainian].
6. Chmel, O.P., Krupoderia, Yu.O., & Bondar, I.M. (2019). Syderatsiia yak alternatyva orhanichnym dobryvam i zasib zbilshennia produktyvosti ahrotsenoziv [Sideration as an alternative to organic fertilizers and a means of increasing the productivity of agrocenoses]. *Visnyk KhNAU. Seriya “Roslynyntstvo, selektsiia i nasynnyntstvo, plodoovochivnyntstvo i zberihannia” — KHNAU Bulletin. Series “Plant production, selection and seed production, fruit growing and storage”*, 2, 35–44. DOI: <https://doi.org/10.35550/ISSN2413-7642.2019.02.04> [in Ukrainian].
7. Raja, B.L., Ait-El-Mokhtar, M., Mohamed, A., Abderrahim, B., Youssef, A. R., Anas, R.,... & Abdelilah, M. (2021). Green compost combined with mycorrhizae and rhizobia: a strategy for improving alfalfa growth and yield under field conditions. *Gesunde Pflanzen*, 73 (2), 193–207 [in English].
8. Tsytsiura, Ya.H., Neilyk, M.M., Didur, I.M., & Polishchuk, M.I. (2022). *Syderatsiia yak bazova skladova biolohizatsii suchasnykh system zemlerobstva* [Sideration as a basic component of biologization of modern farming systems]. Vinnytsia: Publisher LLC “Druk” [in Ukrainian].
9. Gudzh, V.P. (Ed.), Shuvar, I.A., Yunyk, A.V., Rykhliivskiy, I.P., & Mishchenko, Yu.H. (2014). *Adaptyvni systemy zemlerobstva: pidruchnyk* [Adaptive farming systems: a textbook]. Kyiv: “Tsentr uchbovoi literatury” [in Ukrainian].
10. Balaiev, A., Tonkha, O., Pikovska, O., Havryliuk, M., & Shemetun, K. (2020). Humusovanist i fizyko-khimichni vlastyvoli chornozemiv Lisostepu za minimizatsii obrobitkiv i biolohizatsii systemy udobrennia [Humus content and physical and chemical properties of forest-steppe chernozems with minimization of tillage and biologization of the fertilization system]. *Visnyk ahrarnoi nauky — Bulletin of Agrarian Science*, 98 (11), 24–31. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202011-03> [in Ukrainian].
11. Mishchenko, Y.G., Zakharchenko, E.A., Berdin, S.I., Kharchenko, O.V., Ermantraut, E.R., Masyk, I.M., & Tokman, V.S. (2019). Herbological monitoring of efficiency of tillage practice and green manure in potato agrocenosis. *Ukrainian journal of ecology*, 9 (1), 210–219 [in English].
12. Dmytrenko, O.V., & Pavlichenko, A.I. (2020). Vplyv system udobrennia ta khimichnoi melioratsii na strukturu vbyrnoho kompleksu siroho lisovoho ґрунту [The influence of fertilization and chemical land reclamation systems on the structure of the absorption complex of gray forest soil]. *Ahroekolohichni zhurnal — Agroecological Journal*, 4, 105–113. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2020.219450> [in Ukrainian].
13. Trus, O.M., Prokopenko, E.V., & Polishchuk, T.V. (2021). Biolohichna aktyvnist ґрунту, yii znachennia dlia rodiuchosti ґрунту i zhyvlennia Roslyn [Biological activity of soil, its importance for soil fertility and plant nutrition]. *Visnyk KrNU imeni M. Ostrohradskoho — Bulletin of the KrNU named after M. Ostrogradskiyi*, 5 (130), 36–41. URI: <http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/9146> [in Ukrainian].
14. Lee, C.R., Kim, S.H., Oh, Y., Kim, Y.J., & Lee, S.M. (2023). Effect of Green Manure on Water-Stable Soil Aggregates and Carbon Storage in Paddy Soil. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*, 56 (2), 191–198. DOI: <https://doi.org/10.7745/KJSSF.2023.56.2.191> [in English].
15. Mukhametov, A., Bekhorashvili, N., Avdeenko, A., & Mikhaylov, A. (2021). The impact of growing legume plants under conditions of biologization and soil cultivation on chernozem fertility and productivity of rotation crops. *Legume Research — An International Journal*, 44 (10), 1219–1225. DOI: <https://doi.org/10.18805/LR-573> [in English].
16. Reznichenko, N., & Halchenko, N. (2020). Vplyv syderalnykh dobryv za riznykh system osnovnoho obro-

- bitku ґрунту на позhyvnyi rezhym temno-kashtanovoho ґрунту [The influence of siderable fertilizers under different tillage systems on the nutrient regime of dark chestnut soil]. *Zroshuvane zemlerobstvo. Zbirnyk naukovykh prats — Irrigated agriculture. Collection of scientific papers*, 73, 102–107. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.19> [in Ukrainian].
17. Honcharuk, I.V., Kovalchuk, S.Ya., Tsytsiura, Ya.H., & Lutkovska, S.M. (2020). *Dynamichni protsesy rozvytku orhanichnoho vyrobnytstva v Ukraini [Dynamic processes of development of organic production [in Ukraine].* Vinnytsia: TOV “Tvory” [in Ukrainian].
 18. Piskaeva, A.I., Babich, O.O., Dolganyuk, V.F., & Garmashov, S.Yu. (2017). Analysis of influence of biohumus on the basis of consortium of effective microorganisms on the productivity of winter wheat. *Foods and Raw materials*, 5 (1), 90–99. DOI: <https://doi.org/10.21179/2308-4057-2017-1-90-99> [in English].
 19. Lysaniuk, V.H., Volskyi, V.A., Savchenko, I.F., Rykhliivskyi, P.A., & Kotsiubanskyi, R.V. (2022). Doslidzhenia ahrotekhnichnykh sposobiv pidvyshchennia rodiuchosti ґruntiv v systemi orhanichnoho zemlerobstva [Research of agrotechnical methods of increasing soil fertility in the system of organic farming]. *In Colloquium-journal — In Colloquium-journal*, 5 (128), 31–39. DOI: <https://doi.org/10.24412/2520-6990-2022-5128-31-39> [in Ukrainian].
 20. Liang, H., Li, S., Zhang, L., Xu, C., Lv, Y., Gao, S., & Cao, W. (2022). Long-term green manuring enhances crop N uptake and reduces N losses in rice production system. *Soil and Tillage Research*, 220. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2022.105369> [in English].
 21. Ryzhuk, S., Kochyk, H., & Melnychuk, A. (2022). Obruntuvannia pidkhodiv i stratehichnykh napriamiv shchodo sekvestratsii y zbilshennia orhanichnoho vuhletsiu v ґruntakh zony Polissia [Justification of approaches and strategic directions regarding the sequestration and increase of organic carbon in the soils of the Polissia zone]. *Visnyk ahrarnoi nauky — Bulletin of Agrarian Science*, 100 (5), 20–32. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202205-04> [in Ukrainian].
 22. Sendetskyi, V.M., Melnychuk, T.V., & Kozina, T.V. (2020). Vplyv sumisnoho zastosuvannia solomy, pisliazhnyvnykh reshtkiv ta syderativ na biolohichnu aktyvnist ґрунту [The influence of the combined use of straw, post-harvest residues and siderates on soil biological activity]. *Vseukr. naukova internet-konferentsiia “Innovatsiini tekhnologii v roslynnytstvi” — All-Ukrainian scientific internet conference “Innovative technologies in crop production”*, 102–105 [in Ukrainian].
 23. Mishchenko, Yu., Kovalenko, I., Butenko, A., Danko, Y., Trotsenko, V., Masyk, I.,... & Stavyskyi, A. (2022). Microbiological Activity of Soil Under the Influence of Post-Harvest Siderates. *Journal of Ecological Engineering*, 23 (4). DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/146612> [in English].
 24. He, H.B., Li, W.X., Zhang, Y.W., Cheng, J.K., Jia, X.Y., Li, S.,... & Xin, G.R. (2020). Effects of Italian ryegrass residues as green manure on soil properties and bacterial communities under an Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.)-rice (*Oryza sativa* L.) rotation. *Soil and Tillage Research*, 196, 104487. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104487> [in English].
 25. Li, F., Ren, J., Wimmer, S., Yin, C., Li, Z., & Xu, C. (2020). Incentive mechanism for promoting farmers to plant green manure in China. *Journal of Cleaner Production*, 267, 122–197. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122197> [in English].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Городиська Інна Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувача відділу підготовки наукових кадрів та методично-інформаційного забезпечення, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: anni0479@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1580-3450>)

Кравчук Юрій Алікович, аспірант, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: anni0479@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6878-7700>)