

## ВПЛИВ СИДЕРАЦІЇ НА АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ В УМОВАХ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

**А. М. Ліщук**

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник  
Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)  
e-mail: lishchuk.alla.n@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8339-9365>

**І. М. Городиська**

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник  
Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)  
e-mail: anni0479@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1580-3450>

**Ю. В. Терновий**

кандидат сільськогосподарських наук  
Скви́рська дослідна станція органічного виробництва ІАП НААН (м. Сквиря, Україна)  
e-mail: ternowoj@i.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5829-5089>

**Ю. А. Кравчук**

аспірант  
Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)  
e-mail: krav4uck81@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-6878-7700>

У статті розглянуто актуальне питання використання сидерації як екологічно безпечного методу підвищення родючості ґрунту в умовах органічного землеробства. Основну увагу зосереджено на ролі сидеральних культур (гороху, вики ярої, редьки олійної, гірчиці жовтої, розторопші плямистої) як ключового агротехнічного прийому для поліпшення агрофізичних властивостей ґрунту. Метою роботи є вивчення впливу сидеральних культур на формування агрофізичних властивостей ґрунту, зокрема його щільності та водоутримувальної здатності, в умовах органічного землеробства. Експериментально доведено, що використання сидератів ефективно запобігає ущільненню ґрунту. На ділянках із сидератами щільність ґрунту утримується в межах 1,13–1,17 г/см<sup>3</sup>, тоді як на контролі (чорний пар) вона зростає до 1,19 г/см<sup>3</sup>. Після заорювання біомаса зумовлює зниження щільності до оптимальних 1,11–1,12 г/см<sup>3</sup> на ділянках із викою ярою, горохом, розторопшею плямистою та редькою олійною. Підтверджено ефективність сидерації у відновленні водного балансу ґрунту. Втрати продуктивної вологи на ділянках із сидеральними культурами значно менші (38,9–45,6%) порівняно з контролем (чорний пар) (51,8%), що дає змогу відновити запаси вологи до 189–195 мм перед посівом основної культури у сівозміні — пшениці озимої. Найкращі результати щодо стабілізації щільності та вологозбереження показали редька олійна та розторопша плямиста. Обґрунтовано, що розторопша плямиста є перспективною сидеральною культурою, але її впровадження потребує ретельного планування через певні недоліки, такі як повільний початковий розвиток, що може зумовлювати значну конкуренцію з бур'янами на ранніх етапах вегетації, і висока вартість насіння. Отримані дані дають змогу обґрунтувати роль сидерації в збереженні та підвищенні родючості ґрунтів, а також розробити науково-практичні рекомендації для ефективного ведення органічного землеробства. Дослідження підтверджують необхідність використання сидерації як важливого елемента сталого агровиробництва, особливо в умовах зміни клімату та обмеженості водних ресурсів.

**Ключові слова:** сидеральні культури, родючість ґрунту, деградація, водоутримувальна здатність, щільність ґрунту, водний баланс, органічна речовина ґрунту, біомаса.

### ВСТУП

Проблема збереження якості та родючості ґрунтів є сьогодні надзвичайно актуальною, оскільки ці ресурси є вичерпними й потребують дбайливого використання. Швидкий розвиток інтенсивного землеробства, що стало основною тенденцією останніх десятиліть, спричинив деградацію значних площ ґрунтів. Це призведе

до зниження їхньої родючості, виснаження запасів органічної речовини та порушення природних фізичних і біологічних процесів. Надмірне застосування мінеральних добрив, пестицидів і глибокого механічного обробітку ґрунту руйнує його структуру, знижує здатність до самовідновлення та посилює ерозійні процеси.

Агрофізичні властивості ґрунту, що визначають водно-повітряний, тепловий режими, інтенсивність мікробіологічних процесів і доступність поживних речовин, є основою його родючості та продуктивності. Такі властивості безпосередньо впливають на ріст і розвиток сільськогосподарських культур. В умовах органічного землеробства, яке не допускає застосування синтетичних добрив і пестицидів, особливу роль відіграють агротехнічні прийоми, які природним шляхом покращують структуру ґрунту.

Оптимальні агрофізичні властивості ґрунту, необхідні для ефективного росту сільськогосподарських культур, можуть бути досягнуті за рахунок використання сидеральних культур. Коренева система цих рослин механічно руйнує ущільнені шари ґрунту, сприяючи утворенню капілярів і збільшенню загальної пористості. Коли органічна біомаса сидератів потрапляє в ґрунт, вона збагачує його гумусом, який забезпечує формування міцних ґрунтових агрегатів і підвищення вмісту органічної речовини [1]. Це, своєю чергою, покращує водно-повітряний режим, водоутримувальну здатність ґрунту і його стійкість до ерозійних процесів та ущільнення [2–4].

Агрофізичні властивості ґрунту, такі як щільність, пористість, водопроникність, капілярність і пластичність, є надзвичайно важливими для його функціонування та росту й розвитку сільськогосподарських культур.

Сучасні тенденції у сфері сільського господарства потребують перегляду традиційних підходів до землекористування. Зараз настав визначальний час, коли необхідно змінювати принципи господарювання на екологічно безпечні та збалансовані. Одним із найперспективніших напрямів є органічне землеробство. Серед його основних завдань — підвищення вмісту гумусу та поживних елементів, підтримка біологічної активності ґрунту і зменшення негативного впливу хімічних засобів. Цього можна досягти шляхом упровадження науково обґрунтованої сівозміни з обов'язковою ланкою сидеральних культур, внесення органічних добрив і біологічних препаратів, а також мінімізації механічного обробітку ґрунту. Такий підхід забезпечить стале агровиробництво, підвищить стійкість агроєкосистем і дасть змогу відновити природний потенціал ґрунту, забезпечуючи його довготривалу продуктивність та адаптацію до кліматичних змін.

Вплив сидератів на агрохімічні параметри ґрунту (наприклад, уміст поживних речовин, кислотність) є добре вивченим, однак їхня роль у поліпшенні агрофізичних властивостей (таких як щільність, водопроникність, структура), особ-

ливо в умовах органічного землеробства, потребує додаткових досліджень. З огляду на це, **метою роботи** є вивчення впливу сидеральних культур на формування агрофізичних властивостей ґрунту (зокрема його щільності та водопроникності) в умовах органічного землеробства. Отримані дані дають змогу обґрунтувати роль сидерації в збереженні та підвищенні родючості ґрунтів і розробити науково-практичні рекомендації для ефективного ведення органічного землеробства.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Вплив сидеральних культур на фізичні властивості ґрунту є предметом численних досліджень у світовій науці. Основними агрофізичними властивостями ґрунту, що суттєво впливають на врожайність сільськогосподарських культур, є щільність складення ґрунту (щільність ґрунту) та його структурний стан. Вивченням цього питання займалися як класики аграрної науки, так і сучасні вчені. Наукове обґрунтування структури, механічного складу та механізмів реагування ґрунту на вплив різних зовнішніх факторів є результатом багаторічних досліджень видатних учених, таких як В. Р. Вільямс, Н. А. Качинський, П. А. Костичев, В. В. Медведєв, О. А. Роде та ін. Їхні роботи створили міцну теоретичну базу для розуміння ґрунтових процесів. Однак більшість цих досліджень не враховувала сучасні аспекти органічного землеробства, де відмова від синтетичних добрив і пестицидів висуває нові вимоги до агротехнічних прийомів.

Зокрема, праці відомого українського ґрунтознавця В. В. Медведєва [5; 6] є основоположними для сучасних агрофізичних досліджень в Україні, оскільки він зробив значний внесок у вивчення характеристик ґрунтів, зокрема їх ущільнення. Питаннями подолання проблем агрофізичної деградації ґрунтів та їх відновлення займалися такі вчені, як С. Булигін із співавторами [7], Я. Г. Цицюра та ін. [8], С. Ф. Разанов із колегами [9], Н. І. Бурлака та В. В. Панько [10] та інші. Автори вважають, що сидерація є одним із найважливіших шляхів покращення не лише агрохімічних, а й агрофізичних властивостей ґрунту. Дослідники підкреслюють, що використання сидератів збагачує ґрунт органічною речовиною та поживними елементами, а також є ефективним засобом захисту від ерозії, покращення водоутримувальної здатності й щільності. Рослинний покрив сидеральних культур запобігає вимиванню та вивітрюванню верхнього, найбільш родючого шару ґрунту, що є основою для його збереження і підвищення урожайності сільськогосподарських культур [11].

Сучасні дослідження Я. Г. Цицюри з колегами підтверджують, що сидерати є визнаним інструментом для поліпшення структури ґрунту [8]. Їхня коренева система механічно розпушує ущільнені шари, збільшуючи загальну пористість і водопроникність.

Вплив сидерації на фізичні властивості ґрунту підтверджений низкою результатів міжнародних досліджень, які свідчать про позитивний вплив сидеральних культур на щільність, структуру і водоутримувальну здатність ґрунту. Науковці доводять, що біомаса, яка залишається в ґрунті після заорювання, значно підвищує вміст органічної речовини, що забезпечує формування стійких ґрунтових агрегатів і запобігає ерозії. Так, колектив учених з Індії та США засвідчив значне зниження щільності ґрунту та підвищення його інфільтраційних властивостей за використання різних видів сидератів у субтропічному кліматі [12], а E. Alidoust із колегами довели, що сидерати збільшують макропори та агрегатну стабільність ґрунту, що зумовлює його стійкість до ерозійних процесів [13]. Також L. Zijian та ін. підтвердили покращення структури ґрунту та підвищення його родючості завдяки використанню зелених добрив [14].

У регіонах із нестабільним зволоженням продуктивна волога ґрунту є основним фактором, що визначає врожайність і стійкість аграрного виробництва. Достатня кількість вологи в ґрунті не лише забезпечує умови для росту та розвитку рослин, а й впливає на життєдіяльність мікроорганізмів, інтенсивність розкладання органічних сполук і доступність поживних речовин [15; 16].

Кількість вологи в ґрунті значною мірою залежить від попередника. Культури-попередники впливають на водний режим ґрунту через зміну його структури, інтенсивність випаровування, особливості корневих залишків, рівень органічної маси. Наприклад, "виснажливі" культури, такі як соняшник і кукурудза, можуть призводити до значного зниження запасів вологи та ущільнення ґрунту. Натомість, глибококореневі культури, як-от люцерна, сприяють кращій інфільтрації води та її накопиченню в нижніх шарах.

Я. Г. Цицюра дослідив, що коренева система сидератів покращує вологозабезпечення ґрунту, оскільки розпушує його, утворюючи канали. Це сприяє кращому проникненню води, зменшенню поверхневого стоку та поліпшенню структури [17]. Сидеральна біомаса створює на поверхні ґрунту мульчуючий шар, який захищає від пересихання та знижує інтенсивність випаровування вологи, особливо в посушливі періоди.

Отже, раціонально побудована сівозміна, що охоплює сидеральні культури, дає змогу ефективно керувати водним режимом ґрунту, підтримувати його родючість та забезпечувати стабільну врожайність.

Незважаючи на значний обсяг опублікованих даних, комплексний вплив сидерації на фізичні властивості ґрунту саме в умовах органічного землеробства залишається недостатньо вивченим, що зумовлює необхідність всебічного вивчення впливу сидеральних культур на формування агрофізичних властивостей ґрунту (зокрема його щільності та водопроникності) в цих умовах.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польовий дослід із вивчення впливу сидеральних культур на агрофізичні властивості ґрунту проводили у 2024 році на Сквирській дослідній станції органічного виробництва Інституту агроєкології і природокористування НААН (СДСОВ ІАП НААН). Територія дослідження розташована в південно-західній частині Київської області в межах рівнинного чорноземного агроґрунтового мікрорайону. Клімат на території СДСОВ ІАП НААН є помірно континентальним. Середня температура січня —  $-6,4^{\circ}\text{C}$ , липня —  $+19,6^{\circ}\text{C}$ . Середня багаторічна температура за рік становить  $+7^{\circ}\text{C}$ . Максимальна температура повітря влітку — понад  $+30^{\circ}\text{C}$ , а мінімальна температура взимку знижується до  $-30^{\circ}\text{C}$ . Середньорічна кількість опадів — 550 мм. Абсолютний максимум температури повітря дорівнює  $38^{\circ}\text{C}$ , мінімум —  $-32,4^{\circ}\text{C}$ . Середньорічна відносна вологість повітря — 74%. Ґрунтові води залягають на глибині близько 20 м від поверхні. Річки Роставиця та Сквирка (притоки річки Рось) не мають значного впливу на гідрологічний режим місцевості; єдиним джерелом забезпечення рослин вологою є атмосферні опади.

Ґрунт дослідних полів — чорнозем малоугмусний крупнопилкувато-середньосуглинковий за механічним складом.

Схема дослідів охоплювала наступні варіанти: 1 — контроль (чорний пар); 2 — горох на зерно (товарний посів); 3 — горох (сидерат); 4 — вика яра (сидерат); 5 — редька олійна (сидерат); 6 — гірчиця жовта (сидерат); 7 — розторопша плямиста (сидерат).

Розмір облікової ділянки в досліді становив  $300\text{ м}^2$ , повторення дослідів — триразове. Фізичні властивості ґрунту на дослідних ділянках вимірювали тричі: перед посівом сидератів, після їх заорювання в ґрунт і перед посівом наступної культури в сівозміні (пшениці озимої).

Для аналізу агрофізичних властивостей ґрунту використано загальноприйняті методики. Щільність ґрунту визначали пошарово, через кожні 10 см, до глибини 30 см за допомогою методу ріжучого кільця (ДСТУ ISO 11272–2001). Запаси продуктивної вологи вимірювали в шарі ґрунту 0–100 см термостатно-ваговим методом. Для аналізу отриманих даних застосовували дисперсійний метод із використанням програми Microsoft Office Excel, а для систематичної оцінки — структурно-логічний аналіз.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

### Вплив сидерації на щільність ґрунту.

Наші дослідження засвідчили, що вирощування сидеральних культур суттєво впливає на фізичні властивості ґрунту, зокрема на його щільність, яка є динамічним показником, чутливим до агротехнічних заходів і погодно-кліматичних умов. Початкова щільність ґрунту на дослідних ділянках становила 1,12 г/см<sup>3</sup>, що, згідно з даними [11; 18], відповідає оптимальним показникам для ґрунтів важкого гранулометричного складу.

Результати дослідження динаміки щільності ґрунту протягом вегетації сидеральних культур показали, що зміни цього показника відбулися як на ділянках із сидератами після їх заорювання, так і в контрольному варіанті (чорний пар). На контролі цей показник зріс до 1,19 г/см<sup>3</sup>, що свідчить про ущільнення на 0,07 г/см<sup>3</sup>, імовірно, через відсутність рослинного покриву та несприятливі погодні умови 2024 року за тривалої відсутності опадів, високих температур, що спричинили пересушування ґрунту (рис. 1).

На ділянках із сидератами показники щільності також зросли, але залишалися значно нижчими, ніж на контролі, що підтверджує захисний ефект сидеральних культур. Найменше ущільнення ґрунту спостерігалось на ділянках із викою ярою (1,13 г/см<sup>3</sup>), трохи більше — на ділянках із горохом (1,14 г/см<sup>3</sup>), редькою олійною та розторопшею плямистою (по 1,15 г/см<sup>3</sup>), а найвище — на ділянках із гірчицею жовтою (1,17 г/см<sup>3</sup>).

У період перед посівом пшениці озимої спостерігалася стабілізація щільності ґрунту. На ділянці із сидератом редькою олійною цей показник повернувся до початкового значення — 1,12 г/см<sup>3</sup>. Водночас на ділянках із сидеральними культурами — горохом, викою ярою та розторопшею плямистою — щільність навіть дещо знизилася до 1,11 г/см<sup>3</sup>, що свідчить про їхній сприятливий вплив на структуру ґрунту. Це підтверджує, що сидерація є ефективним методом для підтримання оптимальної щільності.

Встановлено, що коливання показників щільності пов'язані з фізіологічними особливостями сидератів: кількістю сформованої біомаси, глибиною проникнення кореневої системи та особливостями кореневих виділень. Потужна коренева система, особливо в редьки олійної та розторопші плямистої, сприяє глибокому розпушенню ґрунту, запобігаючи його ущільненню. Розкладаючись, зелена маса покращує структуру та пористість, що допомагає підтримувати оптимальні значення щільності.

Оптимальна щільність ґрунту є важливим фактором, що впливає на продуктивність ґрунту та врожайність культур. Адже, за даними

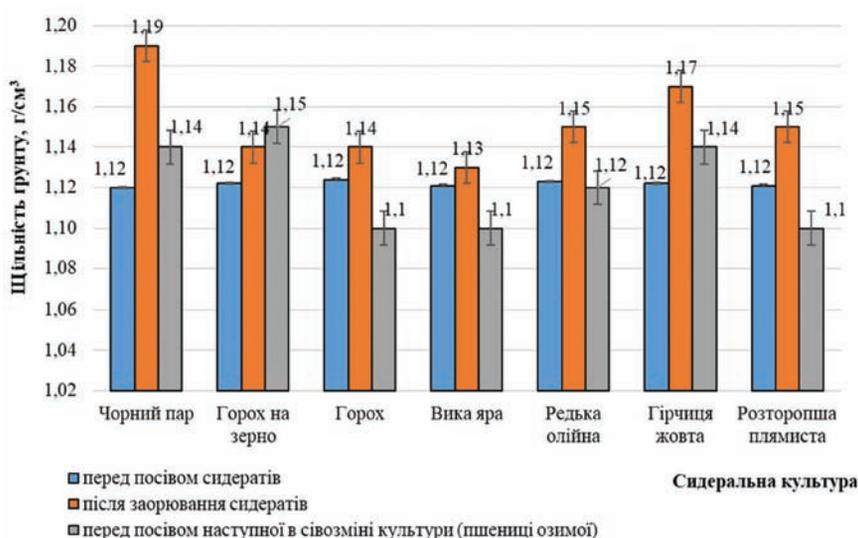


Рис. 1. Вплив сидерації на щільність ґрунту

Джерело: виконано авторами на основі власних досліджень.

Ю. П. Манко та інших, відхилення щільності ґрунту на  $0,1-0,2 \text{ г/см}^3$  від оптимальних значень може спричинити зниження врожайності на 20–40% [18]. Це пояснюється тим, що надмірно розпушений ґрунт швидко висихає, втрачаючи капілярну вологу, що особливо небезпечно для насіння. Через недостатній контакт із ґрунтом ускладнюється поглинання води та поживних речовин, необхідних для проростання [19]. З іншого боку, занадто ущільнений ґрунт перешкоджає росту коренів, обмежує доступ кисню та знижує ефективність водопоглинання, що негативно впливає на загальний розвиток рослин [20]. Дотримання оптимальної щільності, навпаки, сприяє рівномірному проростанню насіння та прискорює появу сходів на 2–3 дні, забезпечуючи формування потужної кореневої системи та активне наростання вегетативної маси, що в кінцевому підсумку позитивно впливає на врожайність [11].

Отже, сидерація сприяє підтриманню оптимальної щільності ґрунту в межах  $1,1-1,3 \text{ г/см}^3$  завдяки механічному розпушенню кореневою системою та покращенню структури ґрунту органічною масою. Найкращі результати щодо стабілізації щільності показали редька олійна та розторопша плямиста.

**Вплив сидерації на динаміку запасів продуктивної води в ґрунті.** Аналіз динаміки запасів продуктивної води в шарі ґрунту 0–100 см показав, що несприятливі погоднокліматичні умови 2024 року призвели до значного зниження її запасів на всіх ділянках із застосуванням сидерації. Встановлено, що у контрольному варіанті (чорний пар) вологозабезпечення знизилося на 51,8% (до 94 мм), що

було наслідком інтенсивного випаровування з відкритої поверхні. На ділянках, де вирощувалися сидеральні культури, втрати води були меншими завдяки рослинному покриву: посіви вики ярої забезпечують найменші втрати — лише 38,9% (119 мм), тоді як на ділянках із горохом, редькою олійною та розторопшею плямистою втрати становили 40,5%, 44,6% і 45,6% відповідно (рис. 2).

Після заорювання сидератів у ґрунт, перед посівом озимої пшениці спостерігалася стабілізація показників вологозабезпечення. На ділянці з викою ярою запас води повністю відновився до початкового рівня — 195 мм. Високі показники також були зафіксовані на ділянках із горохом (190 мм) і розторопшею плямистою (189 мм), що свідчить про їхню високу ефективність у накопиченні води. Ці результати підтверджують, що використання сидеральних культур сприяє збереженню продуктивної води, виконуючи роль біологічної мульчі [21].

На відміну від цього, у контрольному варіанті (чорний пар) запас води відновився лише до 175 мм, що становить 89,7% від початкового рівня, що доводить ефективність заорювання біомаси сидеральних культур на процес вологозбереження в ґрунті.

Вирощування сидератів у регіонах із нестабільним зволоженням може бути важливим чинником, що обмежує формування запасів продуктивної води, оскільки сидеральні культури сприяють як її накопиченню, так і ефективному використанню [23]. Вода є життєво необхідною для розчинення та транспортування поживних речовин, а також для розвитку біохімічних процесів у рослинах [24; 25]. Органічна речовина,

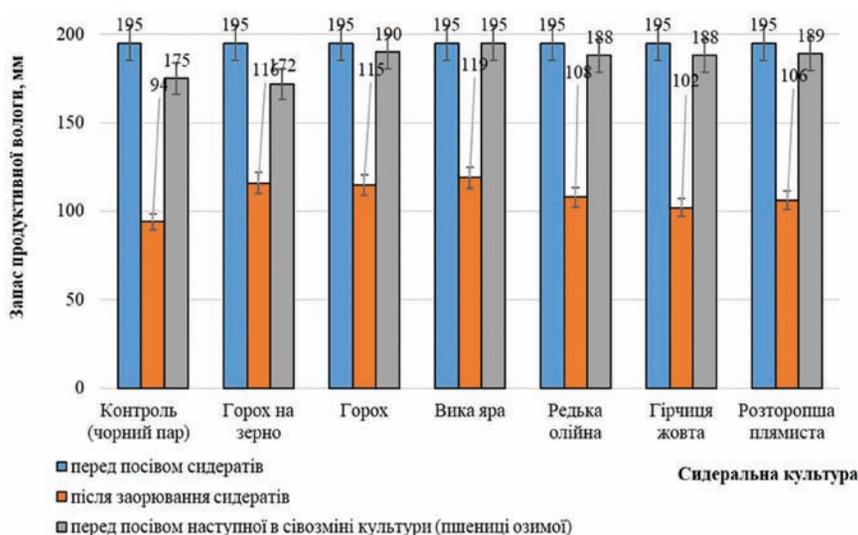


Рис. 2. Вплив сидерації на запас продуктивної води в ґрунті

Джерело: виконано авторами на основі власних досліджень.

що утворюється після розкладання біомаси сидератів, підвищує водоутримуючу здатність ґрунту. Водночас коренева система сидератів, завдяки утворенню каналів, покращує водопроникність і сприяє глибшому проникненню вологи, зменшуючи поверхневий стік.

Наші дослідження підтверджують висновки вчених світу щодо позитивного впливу сидератів на водний режим ґрунту та поліпшення його структури [22]. Вика яра, горох і розторопша плямиста показали найкращі результати, підкреслюючи значення цих культур як важливого агротехнічного прийому в органічному землеробстві для забезпечення стабільної врожайності в умовах, де волога є лімітуючим фактором.

#### **Розторопша плямиста як новий перспективний сидерат в органічному землеробстві.**

Отримані результати досліджень дають змогу підсумувати, що розторопша плямиста є перспективною сидеральною культурою для органічного землеробства, однак її застосування потребує ретельного планування, оскільки, поряд із низкою переваг при використанні цієї культури як сидерата, існують і певні недоліки.

Нашими дослідженнями встановлено, що основними перевагами розторопші плямистої як сидерата є її висока продуктивність (до 43,1 т/га біомаси), що робить розторопшу плямисту цінним джерелом органічної речовини, що збагачує ґрунт і покращує його структуру. Ця культура ефективно впливає на покращення агрофізичних властивостей ґрунту завдяки потужній кореневій системі, яка глибоко розпушує ґрунт і запобігає його ущільненню. Показник щільності ґрунту на ділянках після заорювання біомаси розторопші плямистої становив 1,11 г/см<sup>3</sup>, що є значно нижчим порівняно з контролем (1,19 г/см<sup>3</sup>). Розторопша здатна до ефективного відновлення водного балансу в ґрунті, забезпечуючи запаси продуктивної вологи на рівні 189 мм перед посівом озимої пшениці, що майже дорівнює початковому значенню (195 мм) в погодно-кліматичних умовах 2024 року.

Поряд із цим, на нашу думку, використання розторопші як сидеральної культури має певні недоліки. Одним із них є повільний початковий розвиток, що може призвести до значної конкуренції з бур'янами на ранніх етапах вегетації. Крім того, через щільну структуру біомаси розторопша може розкладатися повіль-

ніше, особливо за несприятливих погодних умов (наприклад, низької температури чи нестачі вологи), що може затримати терміни сівби наступної культури. До того ж насіння розторопші є значно дорожчим порівняно з іншими сидеральними культурами, що може підвищувати загальні витрати на її вирощування.

Беручи до уваги ці фактори, вибір розторопші як сидерата має бути обґрунтованим і враховувати особливості культури та економічну доцільність. Незважаючи на вищезазначені недоліки, висока продуктивність та значний позитивний вплив на щільність і водний баланс ґрунту характеризують розторопшу плямисту як перспективну сидеральну культуру для органічного землеробства.

#### **ВИСНОВКИ**

Використання сидеральних культур (гороху, вики ярової, редьки олійної, гірчиці жовтої, розторопші плямистої) ефективно запобігає ущільненню ґрунту. На ділянках із сидератами щільність ґрунту залишається в межах 1,13–1,17 г/см<sup>3</sup> та є нижчою порівняно з контрольним варіантом (чорний пар) — 1,19 г/см<sup>3</sup>. Після заорювання сидеральна біомаса вики ярої, гороху, розторопші плямистої, редьки олійної сприяє зниженню щільності ґрунту до оптимальних показників (1,11–1,12 г/см<sup>3</sup>).

Підтверджено високу ефективність сидерації у відновленні та підтриманні водного балансу ґрунту. Ефективному збереженню продуктивної вологи сприяють сидеральні культури: вика яра, горох та розторопша плямиста, які забезпечують значно менші втрати вологи (від 38,9 до 45,6%) порівняно з контрольним варіантом (чорний пар) (51,8%). Така властивість сидеральних культур дає змогу відновити запаси вологи перед посівом озимої пшениці майже до початкового рівня (189–195 мм).

Доведено важливість використання сидеральних культур як ефективного агротехнічного прийому в органічному землеробстві для забезпечення оптимальних агрофізичних властивостей ґрунту в умовах, де волога є лімітуючим фактором. Розторопша плямиста є перспективною сидеральною культурою для органічного землеробства, однак її використання потребує ретельного планування через наявність як переваг, так і певних недоліків цієї культури як сидерата.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Das S., Ray M. K., Panday D., Mishra P. K. Role of biotechnology in creating sustainable agriculture. *PLOS Sustainability and Transformation*. 2023. Vol. 2, no. 7. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pstr.0000069>
2. Цюк О. А., Кирилюк В. І. Вплив систем землеробства на зміни агрофізичних показників ґрунту. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2016. № 4 (61). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/6978> (дата звернення: 07.09.2025).

3. Patra A., Singh R. P., Kundu M. S. et al. Green manuring: a sustainable approach for soil health improvement. *Agricultural and Food: E-Newsletter*. 2023. Vol. 5, no. 4. P. 198–201. URL: [https://www.researchgate.net/profile/R-P-Singh-4/publication/372007803\\_Green\\_Manuring\\_A\\_Sustainable\\_Approach\\_for\\_Soil\\_Health\\_Improvement/links/64a2ac8dc41fb852dd4a4a22/Green-Manuring-A-Sustainable-Approach-for-Soil-Health-Improvement.pdf](https://www.researchgate.net/profile/R-P-Singh-4/publication/372007803_Green_Manuring_A_Sustainable_Approach_for_Soil_Health_Improvement/links/64a2ac8dc41fb852dd4a4a22/Green-Manuring-A-Sustainable-Approach-for-Soil-Health-Improvement.pdf) (accessed: 07.09.2025).
4. Castellini M., Diacono M., Gattullo C. E., Stellacci A. M. Sustainable agriculture and soil conservation. *Applied Sciences*. 2021. Vol. 11, no. 9, 4146. DOI: <https://doi.org/10.3390/app11094146>
5. Медведєв В. В., Булигін С. Ю., Вітвіцький С. В. Фізика ґрунту. Навчальний посібник. Київ: Видавничий центр Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України). 2018. 292 с.
6. Медведєв В. В., Бігун О. М. Антропогенне переушільнення кореневмісного шару чорноземних ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 10. С. 55–60. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan\\_2014\\_10\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2014_10_12) (дата звернення: 07.09.2025).
7. Булигін С., Вітвіцький С., Тонха О., Ткаченко М. Енергетична ефективність вирощування сільськогосподарських культур за різних систем удобрення сірого лісового ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2024. Вип. 102, № 5. С. 5–14. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202405-01>
8. Цицюра Я. Г., Неїлик М. М., Дідур І. М., Поліщук М. І. Сидерація як базова складова біологізації сучасних систем землеробства: монографія. Вінниця: Видавець ТОВ “Друк”, 2022. 770 с.
9. Разанов С. Ф., Ткачук О. П., Овчарук В. В., Овчарук І. І. Вплив сидератів на родючість ґрунту. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 4. С. 144–152. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2021.253101>
10. Бурлака Н. І., Панько В. В. Екологічні наслідки деградації ґрунту та інноваційні шляхи її подолання. *Агроевіт*. 2020. № 7. С. 80–86. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2020.7.80>
11. Карташов С. Г., Городецький Е. Ю., Дудка В. С., Москалюк А. А. Вплив оптимальної щільності ґрунту для різних сільськогосподарських культур на врожайність. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 78. С. 21–27. URL: <https://dspace.ksaeu.kherson.ua/bitstream/handle/123456789/2010/7.pdf?sequence=1> (дата звернення: 07.09.2025).
12. Veettil A. V., Rahman A., Awal R. et al. Transforming soil: climate-smart amendments boost soil physical and hydrological properties. *Soil Systems*. 2024. Vol. 8, no. 4, 134. DOI: <https://doi.org/10.3390/soilsystems8040134>
13. Alidoust E., Afyuni M., Hajabbasi M. A., Mosaddeghi M. R. Soil carbon sequestration potential as affected by soil physical and climatic factors under different land uses in a semiarid region. *Catena*. 2018. No. 171. P. 62–71. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.07.005>
14. Zijian L. O. N. G., Yifei W. A. N. G., Baoru S. U. N. et al. Impact of mechanical compaction on crop growth and sustainable agriculture. *Frontiers of Agricultural Science & Engineering*. 2024. Vol. 11, no. 2. DOI: <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2024566>
15. Літвінов Д. Формування водного режиму ґрунту в системі короткоротаційних сівозмін. *Вісник аграрної науки*. 2015. Т. 93, № 11. С. 13–18. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201511-03>
16. Камінський В. Ф., Гангур В. В. Динаміка продуктивної вологи в ґрунті за вирощування пшениці озимої в сівозмінах Лівобережного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2018. № 3. С. 11–14. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.03.01>
17. Цицюра Я. Г. Роль гідротермічного режиму вегетації у формуванні якісних показників біомаси редьки олійної у системі багатопрофільного її використання. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. № 2 (33). С. 5–22. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2024-2-1>
18. Manko Yu. P., Tsyuk O. A., Tsentulo L. V., Shemetun O. The methodology resource suggestion with environmental criteria for rationality agricultural systems estimation. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9, no. 1. P. 121–126. URL: <https://www.proquest.com/openview/f5b2aa0048cf764c3da762d7f580db05/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2032106> (accessed: 07.09.2025).
19. Mirzavand J., Moradi-Talebbeigi R. Relationships between field management, soil compaction, and crop productivity. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2021. Vol. 67, no. 5. P. 675–686. DOI: <https://doi.org/10.1080/03650340.2020.1749267>
20. Shaheb M. R., Venkatesh R., Shearer S. A. A review on the effect of soil compaction and its management for sustainable crop production. *Journal of Biosystems Engineering*. 2021. Vol. 46, no. 4. P. 417–439. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42853-021-00117-7>
21. Lal R. Soil organic matter and water retention. *Agronomy Journal*. 2020. Vol. 112, no. 5. P. 3265–3277. DOI: <https://doi.org/10.1002/agj2.20282>
22. Prajapati S. K., Dayal P., Kumar V., Gairola A. Green manuring: a sustainable path to improve soil health and fertility. *AgriSustain — An International Journal*. 2023. No. 1. P. 24–33. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10049824>
23. Новохацький М., Бондаренко О., Гусар І. Динаміка запасів продуктивної вологи і щільності ґрунту залежно від системи основного обробітку та вирощуваної культури. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2016. Вип. 20. С. 335–344. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar\\_2016\\_20\\_43](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2016_20_43) (дата звернення: 07.09.2025).
24. Iderawumi A. M., Kamal T. O. Green manure for agricultural sustainability and improvement of soil fertility. *Farming and Management*. 2022. Vol. 7, no. 1. P. 1–8. DOI: <https://doi.org/10.31830/2456-8724.2022.FM-101>
25. Scholz H., Lischeid G., Ribbe L. et al. Differentiating between crop and soil effects on soil moisture dynamics. *Hydrology and Earth System Sciences*. 2024. Vol. 28, no. 1. P. 2401–2419. DOI: <https://doi.org/10.5194/hess-28-2401-2024>

## THE INFLUENCE OF GREEN MANURING ON THE AGROPHYSICAL PROPERTIES OF SOIL UNDER ORGANIC FARMING CONDITIONS

**Lishchuk A.**

Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher  
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)  
e-mail: lishchuk.alla.n@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8339-9365>

**Horodyska I.**

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

**Ternovyi Yu.**

Candidate of Agricultural Sciences  
Skvyra Research Station of Organic Production of the Institute of Agroecology  
and Environmental Management of NAAS (Skvyra, Ukraine)  
e-mail: ternowoj@i.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5829-5089>

**Kravchuk Yu.**

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

*The article considers the relevant issue of using green manuring as an ecologically safe method for increasing soil fertility under organic farming conditions. The primary focus is on the role of green manure crops (peas, spring vetch, oil radish, yellow mustard, and milk thistle) as a key agrotechnical practice for improving the agro-physical properties of the soil. The purpose of the study is to investigate the influence of green manure crops on the formation of soil agrophysical properties, specifically its bulk density and water-holding capacity, within organic farming systems. It has been experimentally proven that the use of green manures effectively prevents soil compaction. On plots with green manure crops, soil density is maintained within the range of 1.13–1.17 g/cm<sup>3</sup>, whereas on the control plot (black fallow), it increases to 1.19 g/cm<sup>3</sup>. After incorporation into the soil, the biomass leads to a reduction in density to optimal values of 1.11–1.12 g/cm<sup>3</sup> on plots featuring spring vetch, peas, milk thistle, and oil radish. The effectiveness of green manuring in restoring the soil's water balance has been confirmed. Productive moisture losses on plots with green manure crops are significantly lower (38.9–45.6%) compared to the control (black fallow) (51.8%), enabling the restoration of moisture reserves to 189–195 mm before sowing the main crop in the rotation — winter wheat. Oil radish and milk thistle demonstrated the best results regarding density stabilization and moisture conservation. It is substantiated that milk thistle is a promising green manure crop; however, its implementation requires careful planning due to certain drawbacks, such as slow initial development, which may lead to significant weed competition during the early stages of vegetation, and the high cost of seeds. The obtained data justify the role of green manuring in preserving and increasing soil fertility and provide a basis for developing scientific and practical recommendations for efficient organic farming. The research confirms the necessity of utilizing green manuring as a vital element of sustainable agricultural production, particularly in the context of climate change and limited water resources.*

**Keywords:** green manure crops, soil fertility, degradation, water-holding capacity, soil bulk density, water balance, soil organic matter, biomass.

### REFERENCES

1. Das, S., Ray, M. K., Panday, D., & Mishra, P. K. (2023). Role of biotechnology in creating sustainable agriculture. *PLOS Sustainability and Transformation*, 2(7), e0000069. doi: 10.1371/journal.pstr.0000069
2. Tsiuk, O. A., & Kyrlyuk, V. I. (2016). The influence of farming systems on changes in agrophysical soil parameters. *Scientific Reports of the National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine*, 4. Retrieved from <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/6978>
3. Patra, A., Singh, R. P., Kundu, M. S., Kumar, G., Malkani, P., Singh, B. K., ... Mukherjee, S. (2023). Green manuring: A sustainable approach for soil health improvement. *Agricultural and Food: E-Newsletter*, 5(4), 198–201. Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/R-P-Singh-4/publication/372007803\\_Green\\_Manuring\\_A\\_Sustainable\\_Approach\\_for\\_Soil\\_Health\\_Improvement/links/64a2ac8dc41fb852dd4a4a22/Green-Manuring-A-Sustainable-Approach-for-Soil-Health-Improvement.pdf](https://www.researchgate.net/profile/R-P-Singh-4/publication/372007803_Green_Manuring_A_Sustainable_Approach_for_Soil_Health_Improvement/links/64a2ac8dc41fb852dd4a4a22/Green-Manuring-A-Sustainable-Approach-for-Soil-Health-Improvement.pdf)
4. Castellini, M., Diacono, M., Gattullo, C. E., & Stellacci, A. M. (2021). Sustainable agriculture and soil conservation. *Applied Sciences*, 11(9), 4146. doi: 10.3390/app11094146
5. Medvediev, V. V., Bulyhin, S. Yu., & Vitvitskyi, S. V. (2018). *Soil Physics*. Kyiv: Publishing Center of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine.
6. Medvediev, V. V., & Bihun, O. M. (2014). Anthropogenic compaction of the root-bearing layer of chernozem soils. *Bulletin of Agricultural Science*, 10, 55–60. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/van\\_2014\\_10\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/van_2014_10_12)

7. Bulyhin, S., Vitvitskyi, S., Tonkha, O., & Tkachenko, M. (2024). Energy efficiency of growing agricultural crops under different systems of fertilization of gray forest soil. *Bulletin of Agricultural Science*, 102(5), 5–14. doi: 10.31073/agrovisnyk202405-01
8. Tsytsiura, Ya. H., Neilyk, M. M., Didur, I. M., & Polishchuk, M. I. (2022). *Sideration as a basic component of biologization of modern agricultural systems* [Monograph]. Vinnytsia: Publisher LLC “Druk”.
9. Razanov, S. F., Tkachuk, O. P., Ovcharuk, V. V., & Ovcharuk, I. I. (2022). The effect of green manure on soil fertility. *Balanced Nature Using*, 4, 144–152. doi: 10.33730/2310-4678.4.2021.253101
10. Burlaka, N. I., & Panko, V. V. (2020). Ecological consequences of soil degradation and innovative ways to overcome it. *Agrosvit*, 7, 80–86. doi: 10.32702/2306-6792.2020.7.80
11. Kartashov, S. H., Horodetskyi, E. Yu., Dudka, V. S., & Moskaliuk, A. A. (2019). The influence of optimal soil density for different crops on yield. *Tavria Scientific Bulletin*, 78, 21–27. Retrieved from <https://dspace.ksaeu.kherson.ua/bitstream/handle/123456789/2010/7.pdf?sequence=1>
12. Veettil, A. V., Rahman, A., Awal, R., Fares, A., Melaku, N. D., Thapa, B.,... Woldesenbet, S. (2024). Transforming soil: Climate-smart amendments boost soil physical and hydrological properties. *Soil Systems*, 8(4), 134. doi: 10.3390/soilsystems8040134
13. Alidoust, E., Afyuni, M., Hajabbasi, M. A., & Mosaddeghi, M. R. (2018). Soil carbon sequestration potential as affected by soil physical and climatic factors under different land uses in a semiarid region. *Catena*, 171, 62–71. doi: 10.1016/j.catena.2018.07.005
14. Zijian, L. O. N. G., Yifei, W. A. N. G., Baoru, S. U. N., Xiaoyan, T. A. N. G., & Kemo, J. I. N. (2024). Impact of mechanical compaction on crop growth and sustainable agriculture. *Frontiers of Agricultural Science & Engineering*, 11(2). doi: 10.15302/J-FASE-2024566
15. Litvinov, D. (2015). Formation of soil water regime in the system of short-rotation crop rotations. *Bulletin of Agricultural Science*, 93(11), 13–18. doi: 10.31073/agrovisnyk201511-03
16. Kaminskyi, V. F., & Hanhur, V. V. (2018). Dynamics of productive soil moisture during winter wheat cultivation in crop rotations of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 3, 11–14. doi: 10.31210/visnyk2018.03.01
17. Tsytsiura, Ya. H. (2024). The role of the hydrothermal vegetation regime in the formation of qualitative indicators of oilseed radish biomass in the system of its multi-profile use. *Agriculture and Forestry*, 2(33), 5–22. doi: 10.37128/2707-5826-2024-2-1
18. Manko, Y. P., Tsyuk, O. A., Tsentulo, L. V., & Shemetun, O. V. (2019). The methodology resource suggestion with environmental criteria for rationality agricultural systems estimation. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(1), 121–126. Retrieved from <https://www.proquest.com/openview/f5b2aa0048cf764c3da762d7f580db05/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2032106>
19. Mirzavand, J., & Moradi-Talebbeigi, R. (2021). Relationships between field management, soil compaction, and crop productivity. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 67(5), 675–686. doi: 10.1080/03650340.2020.1749267
20. Shaheb, M. R., Venkatesh, R., & Shearer, S. A. (2021). A review on the effect of soil compaction and its management for sustainable crop production. *Journal of Biosystems Engineering*, 46(4), 417–439. doi: 10.1007/s42853-021-00117-7
21. Lal, R. (2020). Soil organic matter and water retention. *Agronomy Journal*, 112(5), 3265–3277. doi: 10.1002/agj2.20282
22. Prajapati, S. K., Dayal, P., Kumar, V., & Gairola, A. (2023). Green manuring: A sustainable path to improve soil health and fertility. *AgriSustain-An International Journal*, 1, 24–33. doi: 10.5281/zenodo.10049824
23. Novokhatskyi, M., Bondarenko, O., Husar, I. (2016). Dynamics of productive moisture reserves and soil density depending on the main tillage system and the grown crop. *Technical and technological aspects of the development and testing of new equipment and technologies for agriculture in Ukraine*, 20, 335–344. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar\\_2016\\_20\\_43](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2016_20_43)
24. Iderawumi, A. M., & Kamal, T. O. (2022). Green manure for agricultural sustainability and improvement of soil fertility. *Farming and Management*, 7(1), 1–8. doi: 10.31830/2456-8724.2022.FM-101
25. Scholz, H., Lischeid, G., Ribbe, L., Hernandez Ochoa, I., & Grahmann, K. (2024). Differentiating between crop and soil effects on soil moisture dynamics. *Hydrology and Earth System Sciences*, 28(11), 2401–2419. doi: 10.5194/hess-28-2401-2024

### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**ЛІЩУК Алла Миколаївна** — доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник лабораторії біоконтролю агроєкосистем і органічного виробництва, Інститут агроєкології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: lishchuk.alla.n@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8339-9365>).

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

**ТЕРНОВИЙ Юрій Вікторович** — кандидат сільськогосподарських наук, директор, Сквирська дослідна станція органічного виробництва ІАП НААН (вул. Селекційна, 1, м. Сквиря, Сквирський р-н, Київська обл., Україна, 09000; e-mail: ternowoj@i.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5829-5089>).

**КРАВЧУК Юрій Алікович** — аспірант, Інститут агроєкології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143), директор, ДП “ДГ “Сквирське”” ІАП НААН (вул. Селекційна, буд. 1, м. Сквиря, Сквирський р-н, Київська обл., Україна; e-mail: krav4uck81@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-6878-7700>).