

АГРОНОМІЯ

УДК 633.11:631.879.4(477.4)

Вплив сидеральних попередників на урожайність та якість зерна пшениці озимої в умовах Правобережного Лісостепу УкраїниЛіщук А.М. , Кравчук Ю.А. 

Інститут агроекології і природокористування НААН

 Ліщук А.М. E-mail: lishchuk.alla.n@gmail.com

Ліщук А.М., Кравчук Ю.А. Вплив сидеральних попередників на урожайність та якість зерна пшениці озимої в умовах Правобережного Лісостепу України. «Агробіологія», 2025. № 2. С. 114–124.

Lishchuk A., Kravchuk Yu. Influence of green manure predecessors on the yield and grain quality of winter wheat under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. «Agrobiology», 2025. no. 2, pp. 114–124.

Рукопис отримано: 29.09.2025 р.

Прийнято: 14.10.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2025-199-2-114-124

Актуальність проблеми стабілізації урожайності та підвищення якості зерна пшениці озимої обумовлена глобальними вимогами продовольчої безпеки, необхідністю мінімізації негативного антропогенного впливу на агроєкосистеми та важливістю переходу до органічного землеробства в Україні. Проведено дослідження впливу різних сидеральних попередників (горох, вика яра, редька олійна, гірчиця жовта та розторопша плямиста) на продуктивність та якісні характеристики зерна пшениці озимої впродовж 2024–2025 рр. в умовах Правобережного Лісостепу України. Основна мета роботи полягала у науковому обґрунтуванні ефективності сидерації як біологічного джерела живлення в умовах відсутності мінеральних добрив та визначенні її здатності нівелювати негативну кореляцію між урожайністю та якістю. Використання сидератів забезпечує стабільний та значущий приріст врожаю пшениці озимої порівняно з контролем (чорний пар). Найефективнішими виявилися бобові сидерати (наприклад, після гороху приріст врожаю сягав 42,6 % у 2025 р.), що підтверджує їхнє значення як джерела біологічного азоту. Бобові сидерати також підвищують якісні показники зерна (вміст білка до 10,9 %, клейковини до 14,8 %) та покращують його технологічні характеристики (зниження вологості до 12,8 %, підвищення натурі). Водночас, застосування товарного гороху на зерно та розторопші плямистої як попередників визнано недоцільним через значне зниження урожайності (на 14,3 і 27,6 % відповідно) та погіршення якості зерна. Використання бобових сидератів забезпечує синергетичне зростання кількісних і якісних показників пшениці озимої, що є важливим для отримання продовольчого зерна високого класу та впровадження принципів органічного землеробства.

Ключові слова: сидерація, пшениця озима, урожайність, якість зерна, білок, клейковина, вологість, органічне землеробство.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. В умовах органічного землеробства, що базується виключно на використанні біологічних методів захисту та удобрення, експериментальне дослідження урожайності та якості сільськогосподарської продукції набуває особливої актуальності. Заборона застосування синтетичних хіміч-

них добрив та засобів захисту рослин потребує пошуку ефективних, сталих агротехнічних прийомів, здатних забезпечити належну продуктивність і якість органічної продукції. Недосконалість біологічних методів за неправильного ведення сівозміни може призводити до зниження продуктивності або виснаження ґрунтової родючості [1].

Необхідність мінімізації негативного антропогенного впливу на агроєкосистеми обумовлюють пошук сталих рішень у технологіях вирощування основних продовольчих культур. В Україні, де пшениця озима є стратегічною культурою, важливою проблемою є стабілізація урожайності та якості зерна в умовах зміни клімату і деградації ґрунтів [2]. Традиційні інтенсивні системи землеробства, що базуються на використанні високих доз мінеральних добрив, призводять до зниження вмісту органічної речовини в ґрунті, погіршення його фізичних властивостей та збільшення собівартості продукції [3, 4].

За розвитку органічного землеробства сидерація (зелене добриво) є єдиним біологічним джерелом поповнення ґрунту азотом та органічною речовиною. Тому ефективний вибір сидерального попередника має важливе значення для забезпечення економічної життєздатності органічних господарств та їхньої здатності вирощувати органічну пшеницю озиму продовольчого класу [5].

За даними М. Новохацького та ін. [6], сидерація є головним елементом регенеративного землеробства, ключовим елементом якого є використання сидеральних попередників, оскільки вони безпосередньо впливають на продуктивність наступних культур у сівозміні.

В умовах нестабільного зволоження Правобережного Лісостепу України аналіз такого впливу набуває особливої актуальності, оскільки сидерати не лише сприяють накопиченню біологічного азоту, мобілізації важкодоступних елементів живлення, а також ефективному використанню ґрунтової вологи та покращенню водно-фізичних властивостей і структури ґрунту [7, 8].

Під час вибору культури-сидерата важливим є комплексне дослідження кількісних та якісних змін в агроценозі, що відбуваються після їхнього заорювання. Зокрема, автори публікацій [9, 10] підтверджують значний вплив сидерації для підвищення урожайності пшениці озимої та доводять, що використання бобових сидератів (вика, горох) забезпечує приріст врожаю до 20–30 % завдяки надходженню біологічного азоту. У дослідженні автори акцентують, що найбільша ефективність сидерації проявляється саме у роки зі складними погодними умовами, де сидерати слугують буферним чинником, підтримуючи водно-повітряний режим ґрунту.

Особливу увагу в сучасних дослідженнях приділяють впливу сидератів на якість продовольчого зерна пшениці озимої.

Це пов'язано з тим, що її висока урожайність часто супроводжується зниженням вмісту білка та клейковини [11]. У публікаціях [12, 13] автори вказують, що сидерати, передусім бобово-злакові суміші, здатні не лише збільшувати врожай, а також стабілізувати вміст білка на рівні, необхідному для продовольчого класу. Дослідження [14, 15] зосереджені на тому, що правильний підбір сидерату забезпечує повноцінне забезпечення культури азотом на початкових етапах розвитку і росту пшениці озимої та досягнення високої якості її органічного зерна. Дослідження [16] доводять важливу роль хрестоцвітих сидератів (редька олійна, гірчиця) у мобілізації сірки та фосфору, які беруть участь у формуванні клейковинного комплексу. У роботах [17, 18] детально проаналізовано динаміку мінералізації рослинних решток сидератів та її синхронізацію з потребами пшениці озимої в основні фази розвитку культури.

Незважаючи на значну кількість робіт з цієї тематики, існують невирішені питання щодо диференціації за комплексного впливу різних типів сидератів на основні показники: урожайність, вміст білка, клейковини та насипної щільності (натури) зерна пшениці озимої в умовах одного ротаційного циклу. Не сформовано чітких агрономічних рекомендацій щодо сидерата-попередника, який забезпечує не лише максимальний врожай, а також гарантовану високу якість зерна для ґрунтово-кліматичних умов Лісостепу України.

Мега дослідження – наукове обґрунтування та оцінювання впливу різних сидеральних попередників на показники урожайності та якості зерна пшениці озимої в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили упродовж 2024–2025 рр. на дослідному полі ДП ДГ «Сквирське» Інституту агроєкології і природокористування НААН (ДП ДГ «Сквирське» ІАП НААН) в умовах Правобережного Лісостепу України. Дослідження передбачали визначення впливу сидеральних культур на вирощування пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) в органічних агротехнологіях. У ланці сівозміни порівнювали вплив попередників-сидератів на кількісні та якісні показники зерна пшениці озимої. Схема досліду включала такі 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 – розтопша плямиста (сидерат). Ґрунт дослідних

полів – чорнозем малогумусний крупнопилкуватого-середньосуглинковий за механічним складом. Площа облікової ділянки в досліді становить 300 м², повторення досліду – триразове. Сидерати заорювали у ґрунт в середині серпня (за 2–3 тижні до посіву пшениці озимої). Збирання врожаю проводили суцільним способом з облікових ділянок наприкінці липня.

Оцінювання ефективності сидерації проводили відповідно до ДСТУ 3768:2019 «Пшениця. Технічні умови». Використовували загальноприйняті методи: урожайність (кг/га) визначали прямим ваговим методом з доведенням до 14 % вологості та 100 % чистоти; вологість зерна (%) – стандартним методом за допомогою вологоміра; вміст білка (%) – за методом К'ельдаля; вміст клейковини (%) – стандартним методом (ручний відмив) за стандартом ДСТУ 3768:2019; насипну щільність (натуру, г/л) – за допомогою літрової пурки.

Для встановлення взаємозв'язку між урожайністю та якісними показниками (білок, клейковина, натура) використовували коефіцієнт кореляції Пірсона (r). Для аналізу отриманих даних застосовували дисперсійний метод з використанням програми Microsoft Office Excel, а для систематичної оцінки – структурно-логічний аналіз.

Результати дослідження та обговорення.

Вплив сидеральних попередників на урожайність пшениці озимої.

Аналіз динаміки врожайності пшениці озимої за 2024–2025 рр. показав суттєву перевагу більшості сидеральних попередників над контролем (чорний пар), особливо

в умовах 2025 року (рис. 1). У середньому за період досліджень у контрольному варіанті урожайність пшениці озимої становила 560 кг/га (580 кг/га у 2024 р. та 540 кг/га у 2025 р.).

Бобові культури (*Fabaceae*) забезпечили найбільш значущий і стабільний приріст врожаю, що підтверджує їхнє значення як потужного джерела біологічного азоту. Врожайність пшениці озимої після гороху на сидерат зросла від 600 кг/га у 2024 р. (приріст 3,4 %) до 770 кг/га у 2025 р. з найвищим приростом 42,6 % (рис. 2). Подібний ефект спостерігався після сидерату вики ярої, де урожайність пшениці озимої становить 740 кг/га у 2025 р. (приріст 37,0 %). Така висока ефективність у несприятливому 2025 році показує, що біологічно фіксований азот забезпечує пшениці озимій вищу буферність та стійкість до агро-екологічних стресів.

Хрестоцвіті сидерати (*Brassicaceae*) також мають позитивний, хоча і більш варіативний вплив на урожайність пшениці озимої порівняно з контролем. У варіанті з гірчицею жовтою встановлено високу продуктивність пшениці озимої у 2024 р. (650 кг/га, приріст 12,1 %), що, ймовірно, пов'язано з її швидким початковим розвитком, здатністю до пригнічення бур'янів та мобілізації поживних речовин. Проте у 2025 р. її урожайність знизилася до 550 кг/га. Редька олійна на сидерат у 2025 р. забезпечила майже рівнозначний з контролем урожай пшениці (540 кг/га). Отримані дані підтверджують значення капустяних сидератів у покращенні фізичних властивостей ґрунту та його фітосанітарному оздоровленні, однак проявляють менш стабільний вплив на азотний режим порівняно з бобовими.

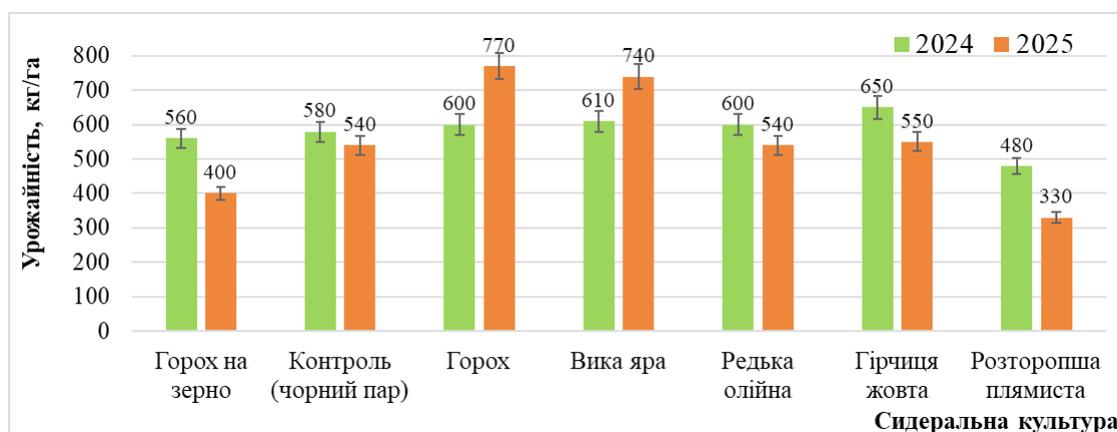


Рис. 1. Урожайність пшениці озимої за впливу попередників – сидеральних культур, 2024–2025 рр.

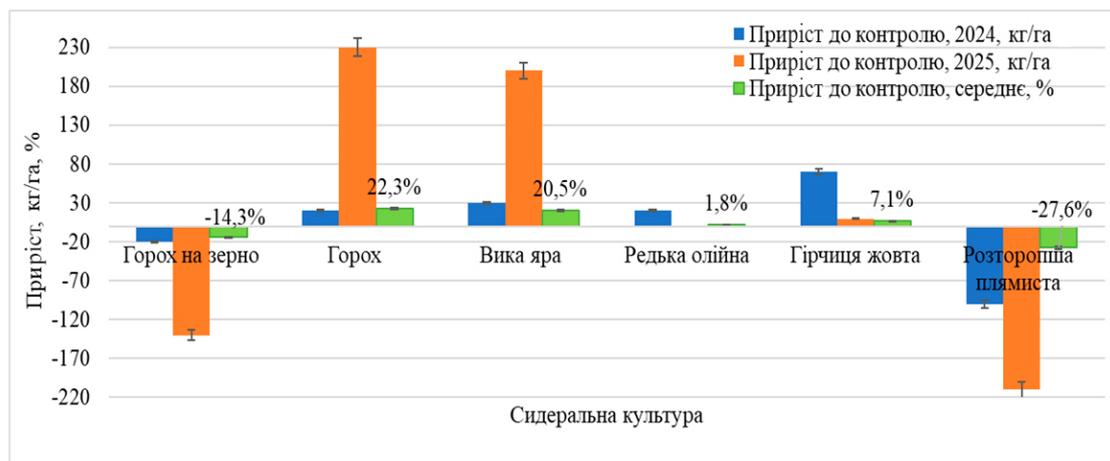


Рис. 2. Приріст врожайності пшениці озимої за впливу попередників – сидеральних культур порівняно з контролем, 2024–2025 рр.

Водночас, дослідженнями доведено недоцільність використання товарних бобових культур як попередників, оскільки збір урожаю гороху на зерно призвів до винесення поживних речовин та спричинив зниження врожаю пшениці озимої до 400 кг/га у 2025 р. (відхилення – 25,9 % від контролю). Цей результат наголошує на пріоритеті використання попередника бобових саме як зеленого добрива.

Варіант із розторопшею плямистою на сидерат виявився неефективним, спричинивши найбільше зниження врожаю пшениці озимої в обидва роки (найнижчий показник 330 кг/га у 2025 р.). Це може бути наслідком сильної конкуренції за вологу на початкових етапах росту рослин культур та повільної мінералізації біомаси розторопші плямистої, що призвело до дефіциту поживних речовин для пшениці.

Отже, найвищу врожайність пшениці озимої забезпечили сидеральні культури, передусім горох на сидерат та вика яра, а також редька олійна та гірчиця жовта. Винятком є розторопша плямиста, яка показала нестабільні результати урожайності пшениці озимої.

Вплив сидеральних попередників на показники якості зерна пшениці озимої (білок, клейковина, вологість, натура).

Аналіз вмісту білка у зерні пшениці озимої за впливу сидеральних культур продемонстрував значну варіативність цього показника залежно від типу попередника та погодних умов року (рис. 3). Встановлено, що в більш сприятливому за погодними умовами 2024 році, вміст білка в зерні пшениці озимої у більшості варіантів із сидератами був вищим, ніж у 2025 році. Це можна пояснити

меншим «ефектом розведення» через дещо нижчу урожайність, яка спостерігалася у цей рік. Водночас, проблема стабілізації якісних показників, зокрема вмісту білка, безпосередньо пов'язана з азотним режимом ґрунту [19]. Висока урожайність часто знижує вміст білка, оскільки доступний азот вже використаний на формування вегетативної маси, і його бракує для активного синтезу білка у фазу наливу зерна [20].

Бобові сидерати (горох та вика яра) виявилися найбільш ефективними у стабілізації якості зерна пшениці озимої. Вони обумовили найбільшу стійкість та найвищі показники білка в зерні, особливо у менш сприятливому 2025 році. Варіант з горохом на сидерат забезпечив максимальний вміст білка в зерні пшениці озимої в обидва роки (12,1 % у 2024 р. та 10,9 % у 2025 р.). Подібний результат отримано у варіанті з сидератом викою ярою (12,0 і 10,8 % відповідно). Така висока ефективність прямо корелює зі здатністю бобових культур до біологічної фіксації атмосферного азоту (N) [21]. На відміну від мінеральних добрив, азот сидератів вивільняється пролонговано, що сприяє кращому забезпеченню пшениці азотом саме у пізні фази розвитку (кущіння – колосіння – налив зерна), коли відбувається основний синтез білка [22, 23].

Застосування сидеральної культури редьки олійної обумовило стабільний вміст білка (10,8 %) в зерні пшениці озимої в обидва роки, що забезпечило приріст (1,5 %) у 2025 році порівняно з контролем. Натомість, у варіанті з гірчицею жовтою цей показник різко знизився у 2025 році (9,3 %) до рівня контролю. Це свідчить, що вплив хресто-

цвітих культур на формування клейковини у зерні більше залежить від мобілізації ґрунтового азоту та сірки, аніж від прямого надходження додаткового азоту, як у випадку з бобовими [24, 25].

Нижчі показники білка в зерні пшениці озимої встановлено в обидва досліджені роки у варіантах з горохом на зерно (10,5 і 8,5 % відповідно у 2024 та 2025 рр.) та розторопшею плямистою на сидерат (9,8 і 9,1 % відповідно). Зниження білка (-0,8 % відносно контролю у 2025 р.) після гороху на зерно підтверджує виснаження ґрунту через винесення поживних речовин із товарним урожаєм. Розторопша плямиста не забезпечила достатнього поліпшення азотного режиму, що, у поєднанні з її низькою урожайністю, робить цей попередник агрономічно недоцільним.

Отже, бобові сидерати є найбільш надійним інструментом для стабілізації та підвищення якісних показників зерна пшениці озимої, забезпечуючи високий вміст білка в умовах, які є менш сприятливими для природного азотного живлення рослин.

Аналіз вмісту клейковини у зерні пшениці озимої за впливу сидеральних культур (рис. 4) показав, що цей показник у всіх варіантах був значно вищим у 2024 р. порівняно з 2025 р. Зокрема, зниження клейковини в зерні пшениці озимої у контрольному варіанті (від 21,0 % у 2024 р. до 10,8 % у 2025 р.) свідчить про сильний негативний вплив погодних умов 2025 року на азотне живлення та формування білкового комплексу зерна. Отримані результати тісно корелюють з аналізом вмісту білка, оскільки клейковина є його основною фракцією.

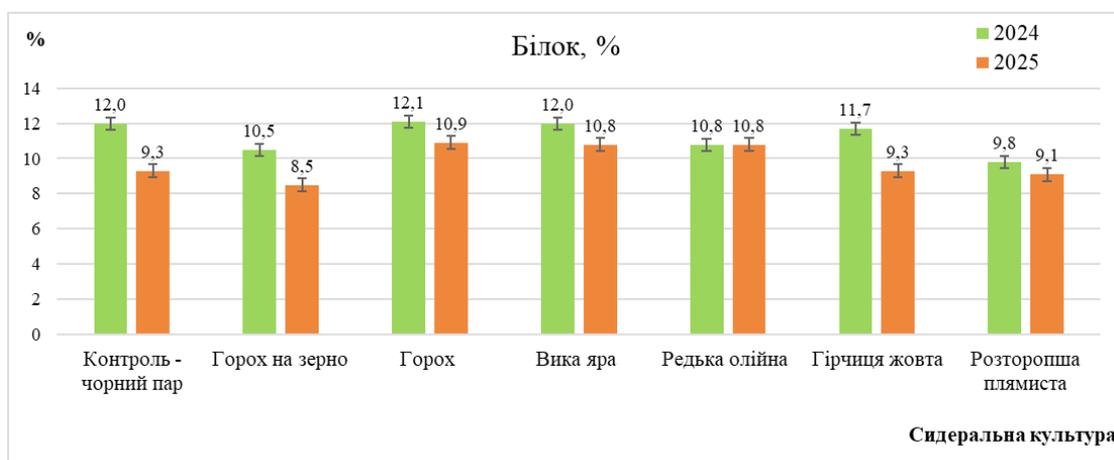


Рис. 3. Вміст білка у зерні пшениці озимої за впливу попередників – сидеральних культур, 2024–2025 рр.

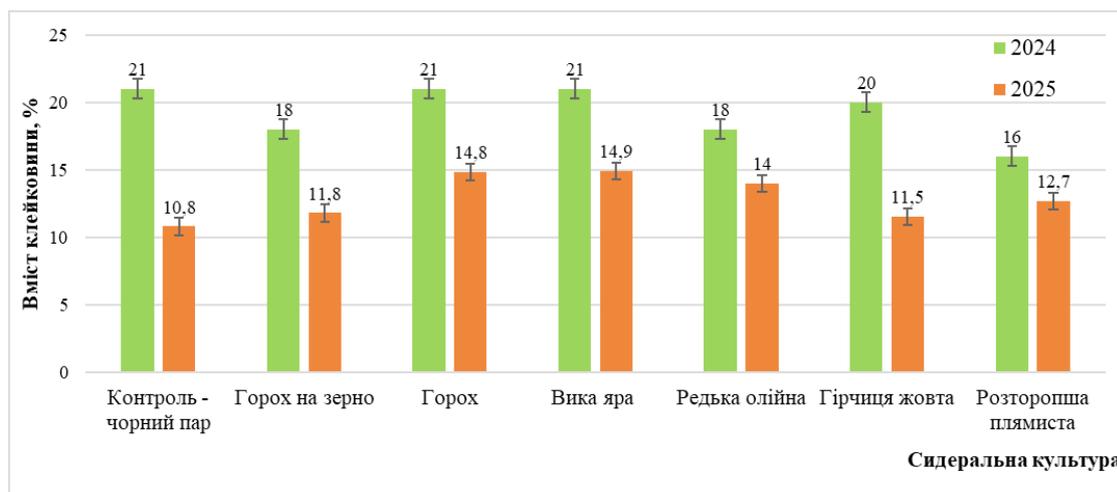


Рис. 4. Вміст клейковини у зерні пшениці озимої за впливу попередників – сидеральних культур, 2024–2025 рр.

Бобові сидерати (горох та вика яра) показали стабільність у забезпеченні високої якості зерна пшениці озимої за вмістом клейковини. У 2024 р. цей показник утримувався на високому рівні (21,0 %), а в 2025 р. він був дещо нижчим (14,8 та 14,5 % у варіанті з горохом і викою ярою відповідно), однак перевищував вміст клейковини порівняно з іншими варіантами. Перевищення цих показників над контролем (+4,0 % та +3,7 % відповідно), підтверджує ефективність біологічної фіксації азоту. Додатковий азот забезпечив пшениці живлення саме у критичні фази наливу зерна, нівелюючи несприятливий вплив погодних умов.

Редька олійна на сидерат забезпечила високий вміст клейковини в зерні пшениці озимої (18,0 % у 2024 р. та 14,0 % у 2025 р.) зі значним перевищенням контролю (+3,2 %), що вказує на її здатність ефективно мобілізувати елементи живлення, які сприяють синтезу клейковини. Менш стійкий вплив проявила сидеральна культура гірчиця порівняно з бобовими, яка зумовила зниження вмісту клейковини до 11,5 % у 2025 р. порівняно з 20,0 % у 2024 р. та максимально наблизивши цей показник до рівня контролю (+0,7 %).

Негативний вплив проявив товарний горох на зерно, застосування якого забезпечило лише 11,8 % клейковини в зерні пшениці озимої у 2025 р. Збір урожаю гороху зумовив виносення азоту, що призвело до зниження якості наступної культури. Найнижчі показники клейковини зафіксовано після використання розторопші плямистої (16,0 та 12,7 % відповідно у 2024 та 2025 рр.), що підтверджує низьку агрономічну цінність цієї культури як

сидерата для поліпшення якісних характеристик зерна пшениці озимої.

Отже, використання бобових культур на сидерат є найефективнішим агроприйомом для підвищення вмісту клейковини в зерні пшениці озимої та мінімізації ризиків різкого падіння якості за несприятливих погодних умов.

Аналіз вологості зерна пшениці озимої за впливу сидеральних культур показав, що загальний діапазон цього показника в обидва роки був низьким (12,5–13,3 %) (рис. 5). Встановлено, що вологість, яка має технологічне та економічне значення, оскільки впливає на витрати на сушіння та безпеку зберігання, відповідає сухій кондиції зерна (до 14 %) та свідчить про своєчасне і якісне дозрівання культури.

Спостерігається загальна тенденція: у більш сприятливому 2024 р. вологість була нижчою (на 0,1–0,3 %) порівняно з 2025 р. Це вказує на те, що кращі погодні умови 2024 р. забезпечили оптимальніше і рівномірніше просихання зерна на стеблі.

Бобові сидерати (горох та вика яра) диференційовано впливали на вологість зерна пшениці озимої та забезпечили найменші її показники в обидва роки (зокрема, 12,5 % у 2024 р. та 12,8 % у 2025 р.). Це обумовлено позитивним впливом сидерації на фізичні властивості ґрунту (структуру, аерацію) та кращим фізіологічним станом рослин, забезпечених біологічним азотом. Такий стан, імовірно, привів до більш фізіологічно завершеного та рівномірного дозрівання зерна пшениці озимої, що сприяло його кращому просиханню.

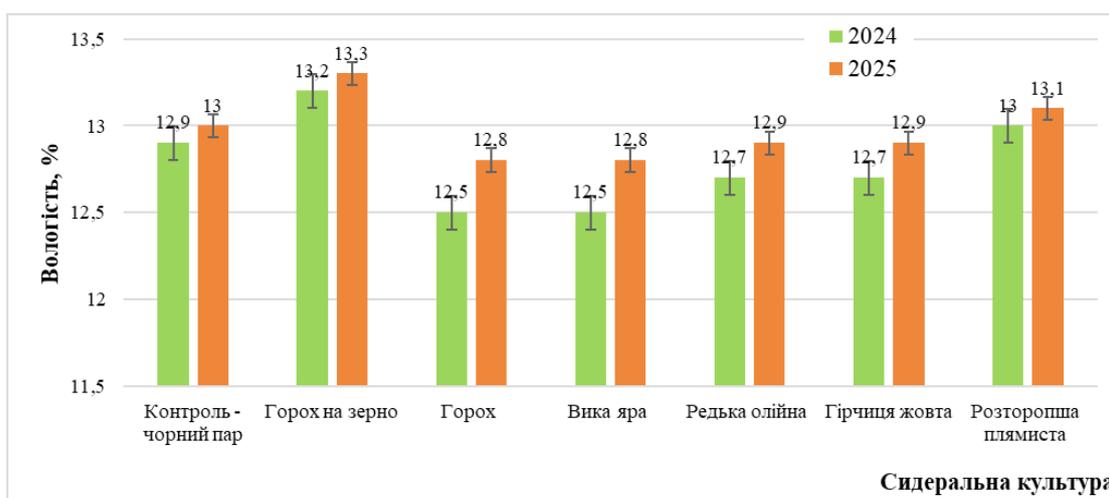


Рис. 5. Вологість зерна пшениці озимої за впливу попередників – сидеральних культур, 2024–2025 рр.

Хрестоцвіті сидерати (редька олійна та гірчиця жовта) показали дещо вищу вологість зерна пшениці озимої у досліджувані роки (12,7–12,9 %) порівняно з бобовими, що вказує на їхній менший вплив на завершальні процеси дозрівання зерна порівняно з інтенсивним азотним ефектом бобових.

Найвища вологість зерна (13,0–13,3 %) зафіксована у варіантах з горохом на зерно та розторопшею плямистою на сидерат. Ці показники корелюють з їхніми низькими показниками якості (білок, клейковина) та урожайності, що, вірогідно, спричинено нерівномірним дозріванням зерна або стресом, який порушив нормальний цикл водообміну у зерні пшениці озимої.

Низький вміст вологи зерна, особливо після бобових сидератів (12,8 % у 2025 р.), є економічно вигідним. Така вологість свідчить про відсутність необхідності в додатковому сушінні, що значно знижує енергетичні та фінансові витрати на післязбиральну доробку зерна. Це підтверджує комплексну перевагу бобової сидерації, яка не лише підвищує урожайність та якість зерна пшениці озимої, а також оптимізує логістичні та технологічні процеси.

Аналіз насипної щільності (натури) зерна пшениці озимої показав позитивний вплив більшості сидеральних культур порівняно з контролем. Спостерігається чітка динаміка, за якої у сприятливому 2024 р. натура була вищою та рівномірнішою, тимчасом у 2025 р. зафіксовано її суттєве зниження у більшо-

сті варіантів через несприятливі умови під час наливання зерна. Наприклад, на контролі (чорний пар) натура знизилася з 750 г/л у 2024 р. до 714 г/л у 2025 р. (рис. 6).

Бобові сидерати забезпечили найвищу стабільність і виповненість зерна пшениці озимої, що є їхньою головною перевагою за стресових умов. Зокрема, у варіанті з горохом на сидерат натура залишалася стабільно високою – 755 г/л в обидва роки. Після вики ярої на сидерат показники становили 760 та 757 г/л відповідно. У 2025 р. ці варіанти забезпечили значне перевищення натури зерна над контролем (+43 та +40 г/л відповідно). Ці результати свідчать про краще живлення рослин пшениці озимої у стресовий період завдяки бобовим сидеральним культурам, що покращують водно-фізичні властивості ґрунту та забезпечують культуру біологічно фіксованим азотом і найвищу виповненість зерна.

Хрестоцвіті сидерати показали високі, але менш стабільні результати. Зокрема, гірчиця жовта забезпечила максимальний показник натури зерна пшениці озимої у 2024 р. 775 г/л, але у 2025 р. він знизився до 726 г/л, що вказує на меншу стійкість культури за використання цього сидерата порівняно з бобовими. Редька олійна на сидерат також показала зниження натури зерна (з 760 до 728 г/л відповідно у 2024 та 2025 рр.), що підтверджує її переважний вплив на фізичні властивості ґрунту, але не на пряме азотне живлення.

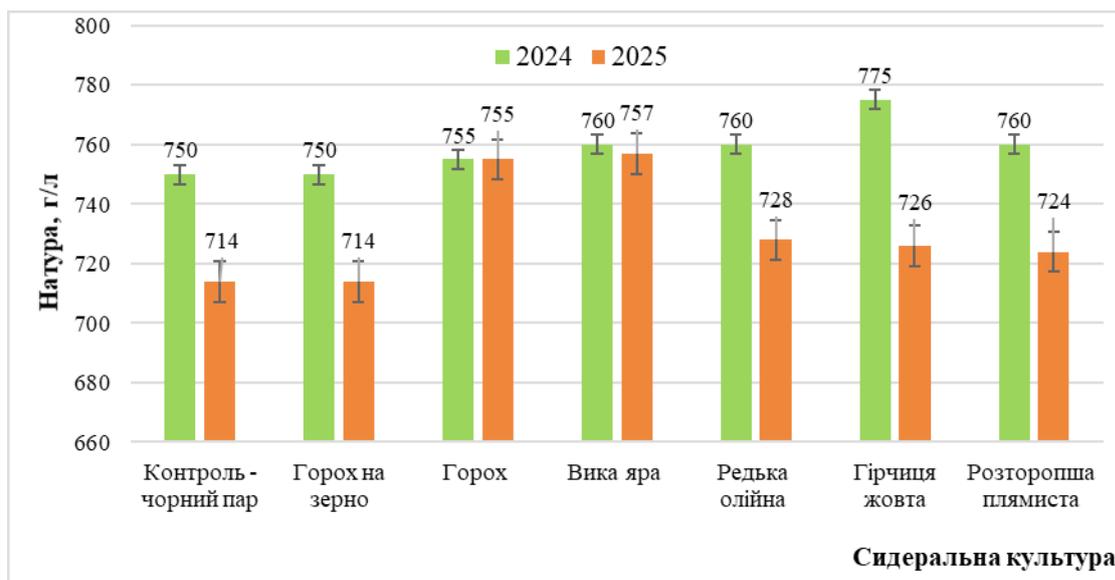


Рис. 6. Насипна щільність (натура) зерна пшениці озимої за впливу попередників – сидеральних культур, 2024–2025 рр.

Неефективними виявилися варіанти з горохом на зерно та розторопшею плямистою на сидерат. Ці культури не забезпечили суттєвої стабілізації природи зерна пшениці озимої. Зниження її показників (з 750 у 2024 р. до 714 г/л у 2025 р.) після гороху на зерно підтверджує нівелювання потенційних переваг бобового попередника внаслідок виведення поживних речовин з ґрунту. Розторопша плямиста на сидерат показала незначний приріст природи до контролю у 2025 р. (+10 г/л). Однак, зважаючи на низьку урожайність та вміст білка в зерні пшениці озимої, цей результат не є достатнім для агрономічного обґрунтування.

Отже, бобові сидерати є найоптимальнішим агроприйомом, який забезпечує стабілізацію та високу виповненість (натуру) зерна пшениці озимої, особливо в умовах абіотичного стресу.

З метою кількісного встановлення взаємозв'язку між продуктивністю посівів пшениці озимої та якісними характеристиками її зерна (білок, клейковина, вологість, насипна щільність) проведено кореляційний аналіз за методом коефіцієнта кореляції Пірсона (r). Встановлено сильний прямий позитивний зв'язок у сприятливому 2024 р. між урожайністю пшениці озимої та якісними показниками її зерна – вмістом білка ($r = +0,69$) та клейковини ($r = +0,72$). У менш сприятливому 2025 р. цей зв'язок став дуже сильним та функціональним і становив відповідно $r = +0,94$ – для білка та $r = +0,97$ – для клейковини. Така динаміка підтверджує, що у стресових умовах 2025 року ефективність сидерального живлення (зокрема, біологічного азоту бобових сидератів) одночасно обумовлює високий рівень урожаю (770 кг/га) та здатність рослин пшениці озимої синтезувати білок (до 10,9 %).

Встановлено сильний обернений негативний корелятивний зв'язок ($r =$ від $-0,75$ до $-0,93$) упродовж 2024–2025 рр. між вологістю та показниками, такими як урожайність, білок і клейковина зерна пшениці озимої. Такі показники свідчать про фізіологічно завершене формування її урожаю та рівномірне дозрівання зерна на момент збирання. Обернений зв'язок підкреслює, що варіанти з високою вологістю (горох на зерно, розторопша плямиста) обумовлюють найнижчу якість зерна пшениці озимої.

Сильний прямий кореляційний зв'язок у досліджений період між натурою та білком і натурою та клейковиною зерна ($r =$ від $+0,61$ до $+0,84$) підтверджує, що виповнене, крупне зерно (висока натура) створює кращі умови

для синтезу та накопичення білка. Відмічено, що у стресових погодних умовах 2025 р. ефективність сидерального живлення стала вирішальним чинником, який одночасно визначає високу залежність ($r = +0,84$) між рівнем урожайності і здатністю рослин синтезувати білок. Це обумовлює синергетичне зростання як кількісних, так і якісних характеристик зерна пшениці озимої.

Висновки. Використання сидеральних попередників, особливо бобових (горох та вика яра), забезпечує суттєвий приріст урожаю пшениці озимої порівняно з контролем. Найвищий приріст (до 42,6 % після гороху на сидерат у несприятливому за погодними умовами 2025 р.) підтверджує ефективність сидерації як буферного чинника та надійного джерела азоту.

Найвищий і найбільш стабільний вміст білка та клейковини у зерні пшениці озимої (до 10,9 % білка та 14,8 % клейковини у 2025 р.) забезпечують бобові сидерати, тимчасом хрестоцвіті мають хоч і позитивний, але менш стійкий вплив.

Недоцільність застосування сидеральних попередників – товарного гороху на зерно та розторопші плямистої зумовлена зниженням урожайності у 2025 р. (відповідно на 14,3 та 27,6 % порівняно з контролем) та якості (до 8,5 % білка після гороху на зерно) зерна пшениці озимої, що свідчить про виснаження ґрунту.

Сидерація бобовими культурами забезпечує оптимізацію технологічних показників зерна пшениці озимої, зокрема сприяє підвищенню природи (до 757 г/л) та зниженню вологості зерна (до 12,8 %), що є економічно вигідним і зменшує витрати на післязбиральну доробку.

Сильний прямий позитивний кореляційний зв'язок ($r = +0,97$) між урожайністю та якістю зерна пшениці озимої обумовлює ефективність сидерації, яка забезпечує синергетичне зростання кількісних і якісних показників культури.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Перехід від традиційної до екобезпечної органічної системи землеробства в умовах змін клімату – виклики та шляхи вирішення / Л.І. Моклячук та ін. Збалансоване природокористування. 2020. № 2. С. 100–109. DOI: 10.33730/2310-4678.2.2020.208819
2. Khangura R., Ferris D., Wagg C., Bowyer J. Regenerative agriculture – A literature review on the practices and mechanisms used to improve soil health. Sustainability. 2023. Vol. 15. Issue 3. 2338 p. DOI: 10.3390/su15032338

3. Barbieri P., Starck T., Voisin A.S., Nesme T. Biological nitrogen fixation of legumes crops under organic farming as driven by cropping management: A review. *Agricultural Systems*. 2023. Vol. 205. 103579 p. DOI: 10.1016/j.agsy.2022.103579
4. Das S., Kim P.J., Nie M., Chabbi A. Soil organic matter in the anthropocene: Role in climate change mitigation, carbon sequestration, and food security. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2024. Vol. 375. 109180 p. DOI: 10.1016/j.agee.2024.109180
5. Full-season cover crops and their traits that promote agroecosystem services / C. Wagg et al. *Agriculture*. 2021. Vol. 11. Issue 9. 830 p. DOI: 10.3390/agriculture11090830
6. Новохацький М.Л., Таргоня В.С., Бондаренко О.А. Концепція інтенсифікації біологічного агровиробництва. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2018. Вип. 22 (36). С. 132–140. DOI: 10.31473/2305-5987-2018-1-22(36)-130-138
7. Riviere C., Bethinger A., Bergez J.E. The effects of cover crops on multiple environmental sustainability indicators – a review. *Agronomy*. 2022. Vol. 12. No 9. 2011 p. DOI: 10.3390/agronomy12092011
8. Pál V., Zsombik L. Effect of common vetch (*Vicia sativa* L.) green manure on the yield of corn in crop rotation system. *Agronomy*. 2023. Vol. 14. No 1. 19 p. DOI: 10.3390/agronomy14010019
9. Eash L., Berrada A.F., Russell K., Fonte S.J. Cover crop impacts on water dynamics and yields in dryland wheat systems on the Colorado Plateau. *Agronomy*. 2021. Vol. 11. No 6. 1102 p. DOI: 10.3390/agronomy11061102
10. Li X., Shi J., Chen J., Tian X. Beneficial Effects on Winter Wheat Production of the Application of Legume Green Manure during the Fallow Period. *Agronomy*. 2024. Vol. 14. No 1. 203 p. DOI: 10.3390/plants14162476
11. Effects of cultivars and nitrogen management on wheat grain yield and protein / D. Ghimire et al. *Agronomy Journal*. 2021. Vol. 113. Issue 5. P. 4348–4368. DOI: 10.1002/aj2.20836
12. Sadra S., Mohammadi G., Mondani F. Nitrogen release dynamics and carbon sequestration by legume and non-legume cover crops under pure and mixed planting conditions. *Agriculture*. 2023. Vol. 69. Issue 1. P. 13–26. DOI: 10.2478/agri-2023-0002
13. Interactive effects of nitrogen and sulfur nutrition on growth, development, and physiology of *Brassica carinata* A. / S. Kumar et al. *Brassica napus* L. *Sustainability*. 2021. Vol. 13. Issue 13. 7355 p. DOI: 10.3390/su13137355
14. Амонс С.Е. Вплив фізіологічних особливостей на продуктивність конюшини лучної при підпокривному вирощуванні в умовах правобережного Лісостепу. Сільське господарство та лісівництво. 2024. № 4 (35). С. 82–96. DOI: 10.37128/2707-5826-2024-4-8
15. Crop yield and economics of cropping systems involving different rotations, tillage, and cover crops / J. Singh et al. *Journal of Soil and Water Conservation*. 2021. Vol. 76. Issue 4. P. 340–348. DOI: 10.2489/jswc.2021.00117
16. Optimizing Cover Crop Management in Eastern Nebraska: Insights from Crop Simulation Modeling Agronomy / A. Shiferaw et al. 2024. Vol. 14. Issue 7. 1561 p. DOI: 10.3390/agronomy14071561
17. 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.
18. Effects of green manure returning on soil microbial biomass carbon and mineralization of organic carbon in smash ridging paddy field / J. Zheng et al. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*. 2021. Vol. 29. Issue 4. P. 691–703. DOI: 10.13930/j.cnki.cjea.200428
19. Лихочвор В., Іванюк В., Блатних Т., Саліков Д. Оцінка сої як попередника під озиму пшеницю в умовах західного Лісостепу України. *Bulletin of Lviv National Environmental University. Agronomy*. 2024. Vol. 28. P. 67–73. DOI: 10.31734/agronomy2024.28.067
20. Дідур І.М., Панцирева Г.В., Яковець Л.А. Екологічна стійкість сортів пшениці озимої. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2024. № 140. С. 125–131. DOI: 10.32782/2226-0099.2024.140.16
21. Nitrogen yields and biological nitrogen fixation of winter grain legumes / R.W. Neugschwandtner et al. *Agronomy*. 2021. Vol. 11. Issue 4. 681 p. DOI: 10.3390/agronomy11040681
22. Biological nitrogen fixation of cool season legumes in agronomic systems of the Southern Great Plains / J. MacMillan et al. *Agrosystems, Geosciences & Environment*. 2022. Vol. 5. Issue 1. e20244. DOI: 10.1002/agg2.20244
23. Nitrogen fixation and transfer between legumes and cereals under various cropping regimes / Y. Zhao et al. *Rhizosphere*. 2022. Vol. 22. 100546. DOI: 10.1016/j.rhisph.2022.100546
24. Zenda T., Liu S., Dong A., Duan H. Revisiting sulphur – The once neglected nutrient: It's roles in plant growth, metabolism, stress tolerance and crop production. *Agriculture*. 2021. Vol. 11. Issue 7. 626 p. DOI: 10.3390/agriculture11070626
25. Wieser H., Koehler P., Scherf K.A. Chemistry of wheat gluten proteins: Qualitative composition. *Cereal Chemistry*. 2023. Vol. 100. Issue 1. P. 23–35. DOI: 10.1002/cche.10572

REFERENCES

1. Mokliachuk, L.I., Lishchuk, A.M., Draha, M.V., Horodyska, I.M., Plaksiuk, L.B., Ternovyi, Yu.V. (2020). Perekhid vid tradytsiinoi do ekobezpechnoi orhanichnoi systemy zemlerobstva v umovakh zmin klimatu – vyklyky ta shliakhy vyrishennia [Transition from traditional to environmentally safe organic farming system in the context of climate change – challenges and solutions]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia [Sustainable use of nature]*. no. (2), pp. 100–109. DOI: 10.33730/2310-4678.2.2020.208819

2. Khangura, R., Ferris, D., Wagg, C., Bowyer, J. (2023). Regenerative agriculture – A literature review on the practices and mechanisms used to improve soil health. *Sustainability*. Vol. 15(3), 2338 p. DOI: 10.3390/su15032338
3. Barbieri, P., Starck, T., Voisin, A.S., Nesme, T. (2023). Biological nitrogen fixation of legumes crops under organic farming as driven by cropping management: A review. *Agricultural Systems*. Vol. 205, 103579 p. DOI: 10.1016/j.agsy.2022.103579
4. Das, S., Kim, P.J., Nie, M., Chabbi, A. (2024). Soil organic matter in the anthropocene: Role in climate change mitigation, carbon sequestration, and food security. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 375, 109180 p. DOI: 10.1016/j.agee.2024.109180
5. Wagg, C., van Erk, A., Fava, E., Comeau, L.P., Mitterboeck, T.F., Goyer, C., Mills, A. (2021). Full-season cover crops and their traits that promote agroecosystem services. *Agriculture*. Vol. 11(9), 830 p. DOI: 10.3390/agriculture11090830
6. Novokhatskyi, M.L., Tarhonia, V.S., Bondarenko, O.A. (2018). Kontseptsiiia intensyfikatsii biolohichnoho ahrovyrobnystva [The concept of intensification of biological agroproduction]. *Tekhniko-tekhnologichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannya novoi tekhniki i tekhnologii dlia silskoho hospodarstva Ukrainy* [Technical and technological aspects of the development and testing of new equipment and technologies for agriculture in Ukraine]. Vol. 22(36), pp. 132–140. DOI: 10.31473/2305-5987-2018-1-22(36)-130-138
7. Riviere, C., Bethinger, A., Bergez, J.E. (2022). The effects of cover crops on multiple environmental sustainability indicators – a review. *Agronomy*. Vol. 12, no. 9, 2011 p. DOI: 10.3390/agronomy12092011
8. Pál, V., Zsombik, L. (2023). Effect of common vetch (*Vicia sativa* L.) green manure on the yield of corn in crop rotation system. *Agronomy*. Vol. 14, no. 1, 19 p. DOI: 10.3390/agronomy14010019
9. Eash, L., Berrada, A.F., Russell, K., Fonte, S.J. (2021). Cover crop impacts on water dynamics and yields in dryland wheat systems on the Colorado Plateau. *Agronomy*. Vol. 11, no. 6, 1102 p. DOI: 10.3390/agronomy11061102
10. Li, X., Shi, J., Chen, J., Tian, X. (2024). Beneficial Effects on Winter Wheat Production of the Application of Legume Green Manure during the Fallow Period. *Agronomy*. Vol. 14(1), 203 p. DOI: 10.3390/plants14162476
11. Ghimire, D., Das, S., Mueller, N.D., Creech, C.F., Santra, D., Baenziger, P.S., Maharjan, B. (2021). Effects of cultivars and nitrogen management on wheat grain yield and protein. *Agronomy Journal*. Vol. 113(5), pp. 4348–4368. DOI: 10.1002/aj2.20836
12. Sadra, S., Mohammadi, G., Mondani, F. (2023). Nitrogen release dynamics and carbon sequestration by legume and non-legume cover crops under pure and mixed planting conditions. *Agriculture*. Vol. 69(1), pp. 13–26. DOI: 10.2478/agri-2023-0002
13. Kumar, S., Seepaul, R., Small, I.M., George, S., O'Brien, G.K., Marois, J.J., Wright, D.L. (2021). Interactive effects of nitrogen and sulfur nutrition on growth, development, and physiology of *Brassica carinata* A. Braun and *Brassica napus* L. *Sustainability*. Vol. 13, Issue 13, 7355 p. DOI: 10.3390/su13137355
14. Amons, S.Ye. (2024). Vplyv fiziologichnykh osoblyvostei na produktyvnist koniushyny luchnoi pry pidpokryvnomu vyroshchuvanni v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu [The influence of physiological features on the productivity of meadow clover under cover cultivation in the right-bank Forest-Steppe conditions]. *Siliske hospodarstvo ta lisivnytstvo* [Agriculture and Forestry]. no. 4(35), pp. 82–96. DOI: 10.37128/2707-5826-2024-4-8
15. Singh, J., Wang, T., Kumar, S., Xu, Z., Sexton, P., Davis, J., Bly, A. (2021). Crop yield and economics of cropping systems involving different rotations, tillage, and cover crops. *Journal of Soil and Water Conservation*. Vol. 76, Issue 4, pp. 340–348. DOI: 10.2489/jswc.2021.00117
16. Shiferaw, A., Birru, G., Tadesse, T., Schmer, M.R., Awada, T., Jin, V.L., Sohoulade, C. (2024). Optimizing Cover Crop Management in Eastern Nebraska: Insights from Crop Simulation Modeling. *Agronomy*. Vol. 14, Issue 7, 1561 p. DOI: 10.3390/agronomy14071561
17. Tsytsiura, Ya.H., Neilik, 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"*, 770 p.
18. Zheng, J., Hu, J., Wei, X., Wei, Y., Su, S., Li, T., Zhang, J. (2021). Effects of green manure returning on soil microbial biomass carbon and mineralization of organic carbon in smash ridging paddy field. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*. Vol. 29, Issue 4, pp. 691–703. DOI: 10.13930/j.cnki.cjea.200428
19. Lykhochvor, V., Ivaniuk, V., Bliatnyk, T., Salikov, D. (2024). Otsinka soi yak poperednyka pid ozymu pshenytsiu v umovakh zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [Evaluation of Soybean as a Predecessor Crop for Winter Wheat under the Conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine]. *Bulletin of Lviv National Environmental University. Agronomy*. Vol. 28, pp. 67–73. DOI: 10.31734/agronomya2024.28.067
20. Didur, I.M., Pantsyreva, H.V., Yakovets, L.A. (2024). Ekolohichna stiikist sortiv pshenytsi ozymoi [Ecological stability of winter wheat varieties]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Silskohospodarski nauky* [Tavria Scientific Bulletin. Agricultural Sciences]. no. 140, pp. 125–131. DOI: 10.32782/2226-0099.2024.140.16
21. Neugschwandtner, R.W., Bernhuber, A., Kammlander, S., Wagenstrisl, H., Klimek-Kopyra, A., Lošák, T., Kaul, H. P. (2021). Nitrogen yields and biological nitrogen fixation of winter grain legumes. *Agronomy*. Vol. 11, Issue 4, 681 p. DOI: 10.3390/agronomy11040681
22. MacMillan, J., Adams, C.B., Hinson, P.O., DeLaune, P.B., Rajan, N., Trostle, C. (2022). Bio-

logical nitrogen fixation of cool season legumes in agronomic systems of the Southern Great Plains. *Agrosystems, Geosciences & Environment*. Vol. 5, Issue 1, e20244. DOI: 10.1002/agg2.20244

23. Zhao, Y., Tian, Y., Li, X., Song, M., Fang, X., Jiang, Y., Xu, X. (2022). Nitrogen fixation and transfer between legumes and cereals under various cropping regimes. *Rhizosphere*. Vol. 22, 100546 p. DOI: 10.1016/j.rhisph.2022.100546

24. Zenda, T., Liu, S., Dong, A., Duan, H. (2021). Revisiting sulphur –The once neglected nutrient: It's roles in plant growth, metabolism, stress tolerance and crop production. *Agriculture*. Vol. 11, Issue 7, 626 p. DOI: 10.3390/agriculture11070626

25. Wieser, H., Koehler, P., Scherf, K.A. (2023). Chemistry of wheat gluten proteins: Qualitative composition. *Cereal Chemistry*. Vol. 100, Issue 1, pp. 23–35. DOI: 10.1002/cche.10572

Influence of green manure predecessors on the yield and grain quality of winter wheat under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

Lishchuk A., Kravchuk Yu.

The relevance of stabilizing yields and improving the quality of winter wheat grain is due to global food security requirements, the need to minimize negative anthropogenic impacts on agroecosystems, and the importance of transitioning to organic farming in Ukraine. A study was conducted on the effect of various green manure crops (peas, spring vetch, oil rad-

ish, yellow mustard, and spotted milk thistle) on the yield and quality characteristics of winter wheat grain during 2024–2025 in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The main objective of the study was to scientifically substantiate the effectiveness of green manure as a biological source of nutrition in the absence of mineral fertilizers and to determine its ability to neutralize the negative correlation between yield and quality. The use of green manure provides a stable and significant increase in winter wheat yield compared to the control (fallow land). Leguminous green manure crops proved to be the most effective (for example, after peas, the yield increase reached 42.6 % in 2025), confirming their importance as a source of biological nitrogen. Leguminous green manure crops also improve grain quality (protein content up to 10.9 %, gluten content up to 14.8 %) and enhance its technological characteristics (moisture content reduced to 12.8 %). At the same time, the use of commercial peas and spotted milk thistle as precursors is considered inappropriate due to a significant decrease in yield (by 14.3 % and 27.6 %, respectively) and deterioration in grain quality. The use of leguminous green manure provides synergistic growth in the quantitative and qualitative indicators of winter wheat, which is important for obtaining high-quality food grain and implementing the principles of organic farming.

Key words: sideration, winter wheat, yield, grain quality, protein, gluten, moisture content, organic farming.



Copyright: Ліщук А.М., Кравчук Ю.А. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Ліщук А.М.

Кравчук Ю.А.

<https://orcid.org/0000-0002-8339-9365>

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