

ПОТЕНЦІАЛ ОТАВНО-СИДЕРАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ З ПОЗИЦІЇ КОНТРОЛЮВАННЯ ҐРУНТОВОГО БАНКУ НАСІННЯ БУР'ЯНІВ

ЦИЦЮРА Я.Г. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-9167-833X
Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Бур'яни залишаються однією з основних причин, які знижують рівень продуктивності всіх без виключення сільськогосподарських культур. Загально визнано, що бур'яни – це той чинник, який пригнічує культурні рослини, ускладнює догляд за ними, висушує і виснажує ґрунт, знижує ефективність добрив, ускладнює обробіток, перешкоджає збиранню врожаю, знижує врожайність, сприяє поширенню шкідників і хвороб, гальмує впровадження прогресивних технологій, погіршує якість продукції та підвищує її вартість [1, 2].

Питання контролю рівня забур'яненості залишається гострою проблемою для України з огляду на високий потенціал запасу їх насіння в ґрунтах більшості сільськогосподарських територій України та світу, який визначає так званий ґрунтовий банк насіння [3]. Обсяг банку насіння бур'янів є ресурсом постійного поновлення видової структури забур'янення та рясності бур'янового угруповання [4]. Відмічається, що формування банку насіння може мати різноманітний характер від постійного акумулюючого типу з динамічним зростанням до спадного типу зі сталим зниженням кількісних його обсягів [5, 6].

Доцільним для агротехнологічної практики з позиції успішного контролю забур'яненості є варіант сталої понижуючої динаміки розвитку і формування банку насіння. З однієї сторони це вказує на успішність контролю бур'янів у ценозах відповідних культур з позиції зниження видової присутності до генеративної стадії, що унеможливує поповнення банку насінням нової генерації [7–9].

На сьогодні розглядаються різноманітні заходи регулювання чисельності та структури ґрунтового банку насіння, який полягає у зменшенні надходження, виживання та життєздатності насіння бур'янів завдяки комплексу біологічних і агротехнічних механізмів [10, 11]. Сидерати, при цьому, розглядаються як екологічно безпечний інструмент регулювання банку насіння бур'янів у ґрунті [12, 13] проте аспект такого регулювання має цілий ряд дискусійних та спірних моментів, особливо для територій інтенсивного сільськогосподарського використання [14, 15], що актуалізує проведені нами дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Встановлено, що редька олійна, як і більшість хрестоцвітних видів рослин маю біологічну здатність до отавного відростання за відповідних умов температури та зволоження впродовж 30–50 діб після

скошування [16, 17]. Оцінка продуктивності такого отавного відростання в умовах Вінниччини на сірих лісових ґрунтах засвідчила біопродуктивність сформованої отави залежно від фенологічної фази скошування редьки олійної в інтервалі 4,57–12,52 т/га у сирій речовині та 0,55–1,25 т/га у сухій речовині [17]. Разом із тим редька олійна належить до групи фіторекультиваційних та фіторемедіаційних культур з широкостроковим використанням як сидерат у багатьох ґрунтово-кліматичних зонах [16, 18]. При цьому, її сидеральна біопродуктивність як з позиції обсягів сформованої біомаси, так і з позиції біохімічного складу листостеблової маси вивчалась та доведена для умов нестійкого зволоження саме на сірих лісових ґрунтах [19, 20]. Проте, оцінки її у форматі біологічного регулятора загального потенціалу ґрунтового банку насіння у ракурсі повторного отавного відростання не проводились.

Мета статті. Оцінка ефективності отави редьки олійної у варіанті її сидерального використання для контролю потенціалу ґрунтового банку насіння бур'янів на сірих лісових ґрунтах в умовах нестійкого зволоження.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження були складовою частиною вивчення різноваріантного сидерального використання редьки олійної [17] та проводились в зоні північної підпровінції правобережної центральної високої провінції Лісостепу (ЛС₂₁) в період 2022–2025 рр. на дослідному полі Вінницького національного аграрного університету (N 49°11'31", E 28°22'16") на сірих лісових ґрунтах з такими показниками агрохімічних властивостей: вміст гумусу 2,68% легкогідролізного азоту 81,5 мг/кг, рухомого фосфору (за Чиріковим) 176,1 мг/кг, обмінного калію (за Чиріковим) 110,8 мг/кг за рН_{KCl} 5,8.

Дослідження проводились за використання редьки олійної як у форматі культури основного строку вирощування, так і послідууючого отавного варіанту вирощування та використання сорту Журавка за норми висіву 2,0 млн. схожих насінин/га з шириною міжрядь 30 см на фоні без добрив з метою визначення ефективності заходу у зниженні потенційної забур'яненості ґрунту на мінімально вартісній основі.

Повторність у досліді була чотирьохразова з систематичним у два яруси розміщення варіантів та площею облікової ділянки 25 м².

Для формування повноцінної отавності відповідно до рекомендацій [21] була встановлена на висоті до 12 см.

Для оцінки впливу отавно-сидерального використання редьки олійної на формування ґрунтового банку насіння бур'янів було проведено за 4 варіантів скошування у такі фенологічні фази: фаза стеблуння (ВВСН 38–40), фаза бутонізації (ВВСН 50–52), фаза цвітіння (ВВСН 60–62), фаза зеленого стручка (ВВСН 74–76), фаза жовтого стручка (ВВСН 83–85) у рамках досліджень формування отавної продуктивності агроценозів редьки олійної [17].

Облік сформованої надземної отавно-сидеральної маси проводили методом облікових ділянок (1 м² по 4 у кожному повторенні) шляхом зважування [22].

Ідентифікація феностадійного розвитку редьки олійної проводили за використання шкали ВВСН [23]. Вміст сухої речовини у сформованій отавній масі визначали стандартним термостатно-ваговим методом з ексикацією [24].

Для оцінки редуруючого потенціалу використання редьки олійної у поєднанні її функцій як полезаймаючої культури та послідуемого сидерального використання її отавної маси (бінарний варіант використання [25]) було застосовано дослідний підхід порівняння з формуванням банку насіння після посівів кукурудзи на зерно на тому ж дослідному полі, як однієї з культур, який має негативну характеристику щодо формування динаміки ґрунтового банку насіння бур'янів за зональних технологій його вирощування в помірно-континентальних кліматичних зонах [26].

У всі роки вирощувався середньоранній гібрид Р8834 (ФАО 280) з міжряддям 60 см нормою висіву 75000 шт./га схожих насінин за дотримання зональної технології вирощування культури.

Рослини отави віком 60 діб у кожному варіанті досліді скошували та подрібнювали роторною косаркою-подрібнювачем FX-315 (Канада), після чого заробляли важкими дисковими боронами (BDN-2.4) на глибину 14–16 см. Поле після кукурудзи після його збирання дискували на цю ж глибину тими ж важкими дисковими боронами для формування умов єдиної відміни у впливу на ґрунтовий профіль та характер потенційного переміщення у ньому насіння бур'янів відповідно до вимог обліку та формування насінневого ґрунтового банку [4].

Оцінка потенційної забур'яненості у виразі кількості насіння бур'янів у банку насіння проводили за рахунок відбору ґрунтових проб. Ґрунтові проби було відібрано ґрунтовим буром Калентьєва з внутрішнім діаметром до ріжучого краю 3,5 см (площа бура 9,621 см²) за трьох глибин відбору 0–5, 5–10 та 10–15 см. При відборі враховувались базові рекомендації даного процесу [27]. За один відбір для кожного варіанту глибини та відповідного варіанту скошування формувалось 20 зразків ґрунту (по 5 у кожному повторенні рендомізованим методом (метод конверта)). Всі точкові проби з одного повторення було об'єднано у зведену пробу, яка і аналізувалась в послідуєчому з калькуляцією результатів у межах кожного повторення.

Зразки відбирались на всіх варіантах досліді за такою схемою:

– осінній (щорічний) – проводився календарно у всі роки на всіх варіантах досліді за добу до загор-

тання отави як сидерату редьки олійної у ґрунт на варіантах досліді в тому числі і на ділянках після кукурудзи (оцінка банку насіння за завершення його осіннього формування);

– весняний (щорічний) – після перезимівлі наступного року до передпосівного обробітку під відповідну культуру у сівозміні за досягненням ґрунту стану фізичної стиглості (оцінка впливу перезимівлі та сидерації на процес виживаності насіння бур'янів у ґрунті).

Екстракцію насіння бур'янів із ґрунтових зразків проводили комбінованим методом промивання на ситах з попереднім замочуванням зразка в сітчастих нейлонових мішечках беручи за основу стандартну процедуру визначення [28].

Ґрунтовий зразок після відбору подрібнювали вручну без розтирання до дрібногрудкуватого сипкого стану, видаляли рослинні та сторонні рештки (солома, коріння, камінці тощо) з підсушуванням до повітряно-сухої кондиції. Отриманий таким чином зразок поміщався у нейлоновий сітчастий мішок (меш 150 мкм) у резервуар з заповнений водою кімнатної температури на 4 години для розм'якшення та додаткового розчинення ґрунтових агрегатів. За період розчинення субстрат у мішечку обережно перемішували двічі з інтервалом у 2 години. Після завершення розчинення суспензію з мішечків пропускали з промиванням проточною водою через колонку сит з діаметром отворів 5.0 мм, 3.0, 2.0 мм, 1.0 мм, 0.25 мм та 0.16 мм з висотою обічайки 50 мм (сформовані з комплекту сит лабораторних металотканних СЛ 200 (Технічні умови України 28.7-2210200135-002:2007, Технотест, Україна)).

Фільтрат, що пройшов крізь сито 0,16 мм додатково збирався в окрему посудину та оброблявся водним розчином хлориду натрію (NaCl) (10,0% концентрації). При цьому важкі мінеральні частинки ґрунту осідали на дно, а легке насіння бур'янів та органічні рештки спливали на поверхню. Поверхню розчину разом із насінням зливали на фільтрувальний папір, після чого висувували. Насіння затримане на відповідних ситах також розміщували на фільтрувальному папері для підсушування. Ідентифікація просушених зразків насіння проводилась при застосуванні USB-мікроскопа Media-Tech USB 500X MT4096 (Media-Tech, Китай), стандартних ідентифікаторів насіння [29].

Для оцінки кількості насіння бур'янів на 1 м² (N₆) на підставі обробки сформованих проб ґрунту у кожному варіанті було застосовано модифіковану формулу 1.

$$N_6 = \frac{10000 \times N_{6n}}{n \times A} \quad (1)$$

Де: 10000 – площа 1 м² у см²; N_{6n} – кількість насіння бур'янів у пробі, шт.; n – кількість проб, з яких сформовано зразок, шт.; A – площа ріжучої кромки бура, см² (у нашому випадку 9.621 см²).

Відповідно до базової методології аналізу структури ґрунтового банку насіння бур'янів [30] кореневі паростки, кореневища багаторічних видів бур'янів та падалиця культурних рослин не включалась до подальшого аналізу.

Динаміку зміни гідротермічних умов у період досліджень було сформовано на підставі щодобових даних погодних умов по даних датчиково-логерної метеостанції Вінниця (WMO_ID=33562) (49°14'60" пн. ш. 28°31'60" сх. д.) (рис. 1)

Для аналізу отриманих показників та ймовірності істотності значень між варіантами було використано стандартні статистичні методи оцінки середніх величин з калькуляцією найменшої істотної різниці (НІР для $p < 0,05$) відповідно до стандартних методів визначення [31].

Результати досліджень. Отавна біопродуктивність редьки олійної мала істотні відмінності формування залежно від гідротермічних умов періоду серпня–жовтня за період досліджень (рис. 2, табл. 1).

За результатами багаторічної оцінки величина отави у ваговому виразі та у трансформації у суху речовину досягає свого максимуму за скошування редьки олійної у фазу бутонізації. За рахунок такого технологічного рішення отримано понад 10 т/га листостеблової маси отави (понад 1,1 т/га у сухій речо-

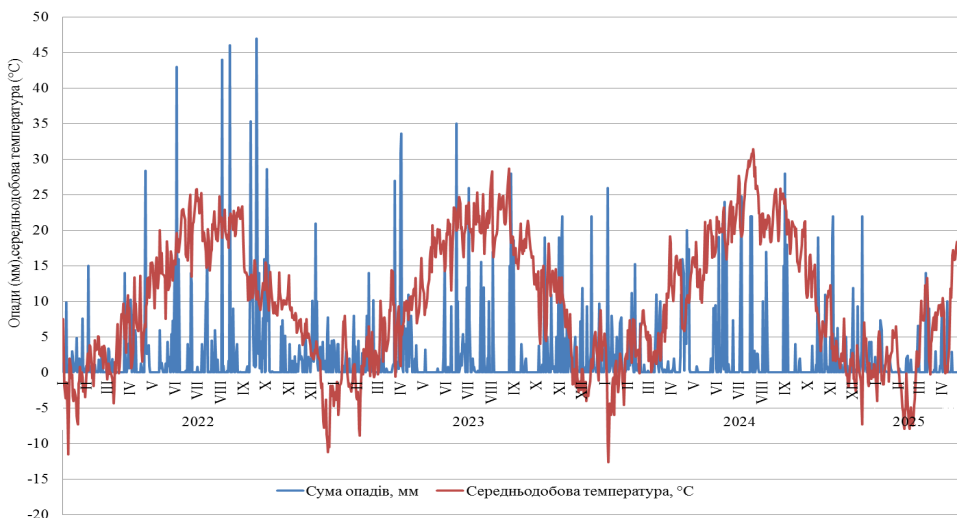


Рис. 1. Динаміка опадів та середньодобової температури за період досліджень, 2022–квітень 2025 (за даними датчиково-логерної метеостанції Вінниця (WMO_ID=33562) (49°14'60» пн. ш. 28°31'60» сх. д.)

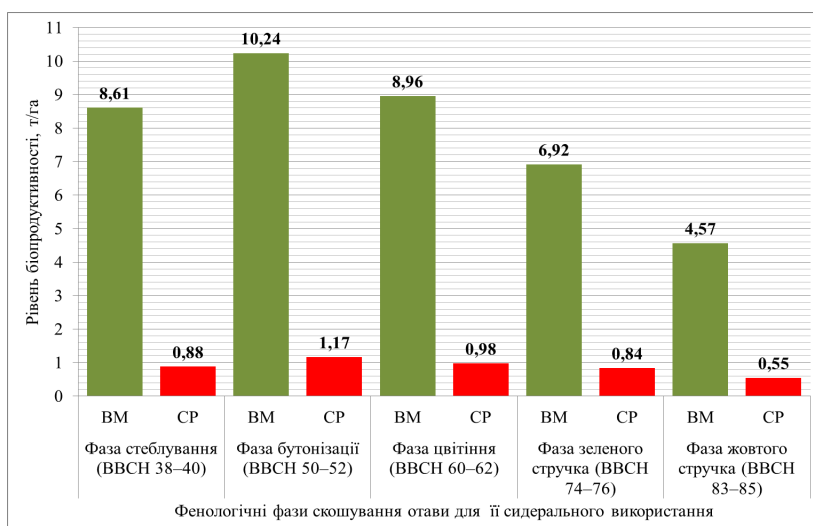


Рис.2. Показники отавної біопродуктивності редьки олійної сорту Журавка за різних термінів скошування рослин на неудобреному фоні ($N_0P_0K_0$), середнє за 2022–2024 рр., т/га (НІР₀₅, т/га для листостеблової маси між фенофазами скошування 0,97; для даного показника у сухій речовині між фенофазами скошування 0,10)

Примітка. ВМ – вихід листостеблової надземної маси; СП – вихід листостеблової надземної маси у виразі сухих речовин.

Таблиця 1 – Коефіцієнти кореляції Пірсона для залежності отавної біопродуктивності редьки олійної Журавка різних строків скошування від основних гідротермічних параметрів отавного відростання до фази скошування (у єдиному масиві даних у комбінації повторення x роки ($N=12$) за період 2022–2024 рр.)

Погодні параметри за період отавного відростання	Вихід біомаси отави за різних фаз скошування на фазу т/га									
	стеблуння (ВВСН 38–40)		бутонізації (ВВСН 50–52)		цвітіння (ВВСН 60–62)		зеленого стручка (ВВСН 74–76)		жовтого стручка (ВВСН 83–85)	
	ВМ	СР	ВМ	СР	ВМ	СР	ВМ	СР	ВМ	СР
Сума опадів, мм	0,576*	0,589*	0,689*	0,577*	0,718**	0,602*	0,791**	0,638*	0,824**	0,596*
Середньодобова температура повітря, °С	-0,512	-0,544	-0,537	-0,578*	-0,607*	-0,712**	-0,639*	-0,771**	-0,585*	-0,654*
Відносна вологість повітря	0,408	0,362	0,459	0,378	0,542	0,485	0,583*	0,544	0,552	0,507

Примітка. * – істотно на рівні значимості $p < 0,05$; ** – істотно на рівні значимості $p < 0,01$; ВМ – вихід листостеблової надземної маси; СР – вихід листостеблової надземної маси у виразі сухих речовин.

вині). Поступове зміщення від фази бутонізації до фази жовтого стручка давало у середньобагаторічному значенні стале зниження показника обох рівнів біопродуктивності у значенні 0,11 т/га за добу (у розрахунку на тривалість міжфазного періоду бутонізація–зелений стручок) для показника листостеблової маси та 0,01 т/га для її еквіваленту у сухій речовині. При цьому у співвідношенні виходу сухої речовини та сформованої листостеблової маси вміст сухої речовини коливався у межах 10,22–12,14%.

За визначених особливостей отриманої отавної надземної маси встановлено, що сума опадів за період отавного відростання є головним прямоформуючим фактором у реалізації біопродуктивного отавного потенціалу редьки олійної із зростаючим рівнем детермінації (квадрата відповідного коефіцієнту кореляції [30] в інтервалі 33,2–67,9% від фази скошування на період стеблуння до фази скошування на період жовтого стручка. Показник середньодобової температури навпаки мав сталий оберненоформуючий вплив в інтервалі показника детермінації 26,2–59,4% на обидва вивчаємі рівні біопродуктивності за сталої переваги впливу саме на показник формування сирової листостеблової маси отави та сталого зростання тісноти залежності послідовно від бази стеблуння до фази жовтого стручка. Відносна вологість повітря мала прямий формуючий вплив знову ж таки на обидва рівні отавної біопродуктивності з інтервалом детермінації впливу в інтервалі 13,1–30,5%. У результатуючому підсумку неудообрений варіант отавного відростання редьки олійної у плані потенційної сидеральної продуктивності спираючись на ряд оцінок [16, 18, 25] слід віднести до середньопродуктивних варіантів сидерації проміжного осінньо-літнього типу у сівозміні, який можна успішно використовувати за наявності полезаймаючих посівів редьки олійної під попередники нехрестоцвітої групи рослин. Такий рівень досяжної продуктивності за прямого її сидерального використання з огляду на ряд висновків та узагальнень [6, 10–12] достатній для впливу на формування потенціалу формування ґрунтового

банку насіння бур'янів на різних глибинах ґрунтового профілю, що було підтверджено нашими дослідженнями у співставленні до кукурудзи як культури з максимальним потенціалом відновлення обсягу банку насіння бур'янів [7] (табл. 2).

За результатами такої оцінки встановлено, що загальна забур'яненість шару ґрунту 0–15 см насінням бур'янів мала статистично істотні відмінності у розрізі застосованих варіантів вивчення та порівняння. Так у варіанті співставного контролю (після кукурудзи) рівень потенційною забур'яненості шару ґрунту 0–15 см був 21490 шт. насінин/м², а варіант з найнижчим його значенням – сидерація отавою редьки олійної після скошування її у фазі цвітіння (ВВСН 60–62) – 16686 шт. насінин/м². При цьому варіантом який максимально наблизений до варіанту безсидерального вирощування кукурудзи був варіант сидерації отавою редьки олійної після скошування її у фазі жовтого стручка (ВВСН 83–85) за значення кількості насіння бур'янів 19687 шт. насінин/м². На підставі таких результатів можна зробити висновок, що ефективність до редукції ґрунтового банку насіння бур'янів залежала від отавної біопродуктивності, що визначило загальний розвиток та архітекtonіку надземної маси рослин, зумовило максимальне покриття та затінення поверхні ґрунту та, у підсумку, вищі рівні гербоконкуренції з суттєвим обмеженням розвитку відповідних біологічних груп бур'янів, які здатні поповнювати банк насіння до входження в зиму [16]. Щодо впливу згаданого показника з позиції її впливу на формування банку насіння, то відмічається, що така залежність наявна і має різномірний характер впливу залежно від ґрунтово-кліматичної зони, ботанічного виду рослин та строків вирощування рослин [10, 18]. При цьому такий характер впливу властивий і хрестоцвітим видам сидеральних рослин [12, 13]. Щодо біохімічних особливостей, то відмічається [16, 19–21] ефективність використання редьки олійної як у варіанті кормового чи насінневого вирощування для контролю як потенціального, так і актуального рівня забур'яненості за рахунок вмісту глюкозино-

латів та цілого ряду алелопатичних складових, які шляхом ґрунтових виділень активно інгібують проростання насіння бур'янів, зумовлюють мікоризну активізацію його розкладення в ґрунті, формують умови для зниження повторного поповнення ґрунтового банку насіння бур'янів, особливо у шарі ґрунті 0–5 см. З іншого боку більш ранні строки скошування редьки олійної формують умови для більш сприятливого періоду відростання бур'янів ярї пізньої групи [3, 6], що сприяє формуванню вищого показника забур'яненості отавного ценозу редьки олійної, особливо враховуючи, що піку гербоконкуренції редька олійна досягає на феностадії цвітіння [19, 21] і в послідуєчому в силу зниження облістятності та фізіологічного старіння може інтенсивно забур'янюватись повторними хвилями бур'янів.

Вказані узагальнення було підтверджено мінімальним рівнем наявності насіння у всіх шарах ґрунту саме у варіантах сидерального використання отави редьки олійної сформованої після скошування у фенологічну фазу цвітіння з рівнем редукції кількості ідентифікованого насіння у співставленні до варіанту вирощування кукурудзи за обліку показника восени для шару ґрунту 0–5 см на 24,2%, для шару ґрунту 5–10 см на 23,0% та для шару ґрунту 10–15 см – на 14,9% відповідно. У підсумку загальне зниження кількості насіння бур'янів у співставленні до того ж варіанту загальне зниження кількості насіння бур'янів у шарі ґрунту 0–15 см склало для варіанту з отавним використанням редьки олійної як сидерату середньому за період досліджень у варіанті її скошування як полезаймаючої культури за її у фазі стеблуння (ВВСН 38–40) 12,5%, у фазі

бутонізації (ВВСН 50–52) – 18,9%, у фазі цвітіння (ВВСН 60–62) – 22,4%, у фазі зеленого стручка (ВВСН 74–76) – 10,6% та у фазі жовтого стручка (ВВСН 83–85) – 7,0%.

З огляду на встановлений факт зниження кількості насіння у сформованому протягом тривалого сільськогосподарського використання даної території за період перезимівлі внаслідок процесів гниття, природної загибелі, ґрунтового розкладання, захворювань та провокаційного несезонного проростання [4, 8, 9, 13] – відмічено середнє зниження кількості насіння бур'янів у ґрунтовому банку насіння на 36,9%. Згідно тривалих досліджень такий відсоток належить до середнього інтервалу редукції [6] та вказує на складний характер періоду перезимівлі з інтенсивними коливаннями температури, провокаційними відлигами та відсутності сталого снігового покриву [14], що позитивно узгоджується з представленою динамікою гідротермічних умов за період перезимівлі насіння в ґрунті (рис. 1). За цих умов сидеральне використання отави редьки олійної у всіх вивчаємих варіантах підсилювало процес такого зниження від 6,2% у відносному виразі за сидерального використання отави вирощеної після скошування редьки олійної у фазу жовтого стручка (ВВСН 83–85) до 12,4% за скошування у фазу цвітіння (ВВСН 60–62). Таким чином, відмічено істотний додатковий підсилюючий сидеральний ефект на зниження потенціалу ґрунтового банку насіння бур'янів саме за рахунок активізації мікробіологічних процесів у ґрунті, інтенсифікації процесів гниття, оптимізації комплексу агрохімічних властивостей та інтенсивного алелопатичного впливу властивого

Таблиця 2 – Кількість загального ідентифікованого насіння у банку насіння бур'янів у варіантах отавного сидерального використання редьки олійної (середнє за 2022–2025 рр.)

Варіант досліджу	Загальна кількість насіння бур'янів, шт./м ²					
	осінній облік (календарно перед сидеральним використанням отави)			весняний облік (після перезимівлі)		
	шар ґрунту					
	0–5 см	5–10 см	10–15 см	0–5 см	5–10 см	10–15 см
Кукурудза (співставний контроль ефективності)	11070	7068	3352	6318	5227	2828
Сидерація отавою редьки олійної після скошування її у фазі стеблуння (ВВСН 38–40)	9692	6082	3027	5447	4264	2479
Сидерація отавою редьки олійної після скошування її у фазі бутонізації (ВВСН 50–52)	8863	5572	2987	4897	3703	2019
Сидерація отавою редьки олійної після скошування її у фазі цвітіння (ВВСН 60–62)	8397	5437	2852	4614	3372	1944
Сидерація отавою редьки олійної після скошування її у фазі зеленого стручка (ВВСН 74–76)	9454	6358	3392	5314	4328	2532
Сидерація отавою редьки олійної після скошування її у фазі жовтого стручка (ВВСН 83–85)	10202	6384	3401	5591	4389	2604
НІР ₀₅ , тис. шт./м ²	423	267	197	141	111	93

саме хрестоцвітним видам сидератів [18], в тому числі і редьці олійній [16, 20, 21].

Стосовно структури співвідношення кількості насіння у різних аналізованих шарах за профілем ґрунту після перезимівлі та попереднього сидерального утримання ґрунту то в середньому на варіанті після кукурудзи на частку насіння в шарі ґрунту 0–5 см припадало 47,8%, а для шарів 5–10 см та 10–15 см – 32,9% та 19,3% відповідно. За цих умов застосування отавного варіанту сидерації змінювало цю структуру у середньому по варіантах такого застосунку у вказаних шарах ґрунту частка насіння бур'янів складала: 39,6%, 37,5% та 22,9% на фоні загального зниження кількості насіння в ґрунтовому банку у середньому по варіантах сидерального застосунку на 27,4%. Тобто варіант отавної сидерації інтенсивно впливав зменшенням саме на запаси насіння в шарах ґрунту 0–5 см та 5–10 см. При цьому найбільш ефективним у плані зниження потенційної забур'яненості ґрунту насінням бур'янів за період весняного обліку (після перезимівлі) був знову варіант сидерації отавою редьки олійної після скошування її у фазі цвітіння (ВВСН 60–62) за зниження кількості бур'янів у шарі 0–15 см після перезимівлі на 47,8%.

Висновки. На підставі отриманих результатів встановлена висока потенційна можливість ефективного контролю чисельності ґрунтового банку насіння бур'янів за сидерального використання отави редьки олійної за її відростання після скошування у фазу в період цвітіння (ВВСН 60–62), що дозволяє отримати зниження загальної кількості насіння бур'янів у співставленні до потенційно високого його зростання за вирощування кукурудзи на зерно у шарі 0–15 см з коефіцієнтом зниження 1,29 за обліку у період завершення вегетування рослинності у полі та з коефіцієнтом зниження 1,48 у період після перезимівлі ґрунту на початку відновлення вегетації рослинності. Це дозволяє рекомендувати дану технології у напрямку використання в біологізованих та органічних технологіях ефективного контролю сеgetальної рослинності та територіях прямого сільськогосподарського використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Gharde Y., Singh P.K., Dubey R.P., Gupta P.K. Assessment of yield and economic losses in agriculture due to weeds in India. *Crop Protection*. 2018. Vol. 107. P. 12–18. DOI: 10.1016/j.cropro.2018.01.007
- Kubiak A., Wolna-Maruwka A., Niewiadomska A., Pilarska A.A. The Problem of Weed Infestation of Agricultural Plantations vs. the Assumptions of the European Biodiversity Strategy. *Agronomy*. 2022. Vol. 12, 1808. DOI: 10.3390/agronomy12081808
- Shevchenko S., Tkalic Yu., Shevchenko M., Kolesnykova K., Derevenets-Shevchenko K. The evaluation of total weed density and seed bank of agricultural landscapes as an example of the Steppe Zone of Ukraine. *Scientific Horizons*, 2023. Vol. 26. №11. P. 80–89. DOI: 10.48077/scihor11.2023.80
- Borgy B., Gaba S., Petit S., Reboud X. Non-random distribution of weed species abundance in arable fields. *Weed Research*. 2012. Vol. 52. P. 383–389. DOI: 10.1111/j.1365-3180.2012.00920.x
- Schwartz-Lazaro L. M., Copes J. T. A Review of the Soil Seedbank from a Weed Scientists Perspective. *Agronomy*. 2019. Vol. 9. №7. 369. DOI: 10.3390/agronomy9070369
- Champion G.T., Grundy A.C., Jones N.E., Marshall E.J.P., Froud-Williams, R.J. Weed Seedbanks: Delimitation, Dynamics, and Management. Association of Applied Biologists, HRI, Wellesbourne, UK, 1998. 296 p.
- Hosseini P., Karimi H., Babaei S., Mashhadi H.R., Oveisi M. Weed seed bank as affected by crop rotation and disturbance. *Crop Protection*. 2014. Vol. 64. P. 1–6. DOI: 10.1016/j.cropro.2014.05.022
- Chick M.P., Nitschke C.R., Cohn J.S., Penman T.D., York A. Factors influencing above-ground and soil seed bank vegetation diversity at different scales in a quasi-Mediterranean ecosystem. *Journal of Vegetation Science*. 2018. Vol. 29. №4. P. 684–694. DOI: 10.1111/jvs.12649
- Cechin J., Schmitz M.F., Torchelsen J.S., Durigon M.R., Agostinetto D., Vargas L. Winter cover crops reduce the soil seed bank and infestations of Italian ryegrass in no-tillage system. *Crop Science*. 2022. Vol. 62. №1. P. 479–488. DOI: 10.1002/csc2.20651
- Melander B., Rasmussen I. A., Olesen J. E. Legacy effects of leguminous green manure crops on the weed seed bank in organic crop rotations. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2020. Vol. 302. 107078. DOI: 10.1016/j.agee.2020.107078
- Melander B., Rasmussen J., Sørensen P. Cover crop effects on the growth of perennial weeds in two long-term organic crop rotations. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2024. Vol. 39. e20, 1–10. DOI: 10.1017/S174217052400022X
- Nichols V., English L., Carlson S., Gailans S., Liebman M. Effects of Long-Term Cover Cropping on Weed Seedbanks. *Frontiers in Agronomy*. 2020. Vol. 2. 591091. DOI: 10.3389/fagro.2020.591091
- Zhang Y., Liu S., Du X., Chen Z., Ma Z., Mu Y. The inhibitory potential of green manure return on the germination and seedling growth of *Eleusine indica* L. *Frontiers in Plant Science*. 2024. Vol. 15. 1287379. DOI: 10.3389/fpls.2024.1287379
- James H. W., Raghavan C., Stephen O. D., Steven A. F., Pam M., David, C. S., Swanton C., Zollinger R. Weed management in 2050: perspectives on the future of weed science. *Weed Science*. 2018. Vol. 66. P. 275–285. DOI: 10.1017/wsc.2017.78
- Liu S., Ma Z., Zhang Y., Chen Z., Du X., Mu Y. The impact of different winter cover crops on weed suppression and corn yield under different tillage systems. *Agronomy*. 2022. Vol. 12. 999. DOI: 10.3390/agronomy12050999
- Tsytsiura Y., Palamarchuk V., Krychkovskiy V., Tkachuk O. Oilseed radish. Agro-potential in the system of green manure, biofumigation, phytoremediation and bioenergy use. Scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2025. 808 p. DOI: 10.30525/978-9934-26-605-8-1
- Цицюра Я.Г., Яковець Л.А. Потенціал отавного відростання редьки олійної для сидерального її використання залежно від строків скошування та фонового мінерального удобрення. *Зрошуване землеробство*. 2025. Вип. 84. С. 106–114. DOI: 10.32848/0135-2369.2025.84.16

18. 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.
19. Tsytsiura Y. Evaluation of Ecological Adaptability of Oilseed Radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) Biopotential Realization in the System of Criteria for Multi-Service Cover Crop. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. Vol. 25. Iss. 7. P. 265–285. DOI: 10.12911/22998993/188603.
20. Tsytsiura Y. Potential of oilseed radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) as a multi-service cover crop (MSCC). *Agronomy Research*. 2024. Vol. 22. №2. P. 1026–1070. DOI: 10.15159/AR.24.086
21. Цицюра Я.Г., Цицюра Т.В. Редька олійна. Стратегія використання та вирощування: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2015. 624 с.
22. Сайко В. Ф. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами. К.: «Інститут землеробства НААН» 2011. 76 с.
23. Test Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability of Fodder Radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.). 2017. TG/178/3, UPOV, Geneva. 19 p.
24. Агрохімічний аналіз ґрунту, рослин і добрив на лабораторно-практичних заняттях з агрономічної хімії: Навч. посібник. Карасюк І. М., Геркіял О. М., Недвига М. В. та ін., за ред. І. М. Карасюка. Київ: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2001. 192 с.
25. Clark A. Managing cover crops profitably. 3rd ed. National SARE Outreach Handbook Series Book 9. National Agricultural Laboratory, Beltsville, MD. 2007. URL: <http://www.sare.org/publications/covercrops.htm> (дата звернення 20.02.2026).
26. Davis A.S., Renner, K.A., Gross, K.L. Weed seedbank and community shifts in a long-term cropping systems experiment. *Weed Science*. 2005. Vol. 53. P. 296–306. DOI: 10.1614/WS-04-182
27. Forcella F., R.G. Wilson J. Dekker R.J. Kremer J. Cardina R.L. Anderson D., Alm K.A. Renner R.G. Harvey S. Clay, Buhler D.D. Weed seed bank emergence across the corn belt. *Weed Science*. 1997. Vol. 45. P. 67–76. DOI: 10.1017/S0043174500092493
28. Reinhardt T., Leon R. G. Extractable and Germinable Seedbank Methods Provide Different Quantifications of Weed Communities. *Weed Science*. Vol. 66. №6. P. 715–720. DOI: 10.1017/wsc.2018.56
29. Примак І.Д., Косолап М.П., Рошко В. Г., Мазуркевич І.В. Визначник сходів і насіння бур'янів. К.: КВІЦ, 2008. 150 с.
30. Hakansson S. Weeds and Weed Management on Arable Land – An Ecological Approach. Wallingford, UK: CABI Publishing. 2003, 288 p. DOI: 10.1017/S0014479704251791
31. Rumsey D.J. Statistics For Dummies. 2nd Edition. John Wiley & Sons Inc. 2016. 408 p.
2. Kubiak A., Wolna-Maruwka A., Niewiadomska A., Pilarska A.A. (2022) The Problem of Weed Infestation of Agricultural Plantations vs. the Assumptions of the European Biodiversity Strategy. *Agronomy*. Vol. 12. 1808.
3. Shevchenko S., Tkalich Yu., Shevchenko M., Kolesnykova K., Derevenets-Shevchenko K. (2023) The evaluation of total weed density and seed bank of agricultural landscapes as an example of the Steppe Zone of Ukraine. *Scientific Horizons*. Vol. 26. №11. P. 80–89.
4. Borgy B., Gaba S., Petit S., Reboud X. (2012) Non-random distribution of weed species abundance in arable fields. *Weed Research*. Vol. 52. P. 383–389.
5. Schwartz-Lazarou L. M., Copes, J. T. (2019) A Review of the Soil Seedbank from a Weed Scientists Perspective. *Agronomy*. Vol. 9. №7. 369.
6. Champion G.T, Grundy A.C., Jones N.E., Marshall E.J.P. Froud-Williams R.J. (1998) Weed Seedbanks: Deleniinaliori, Dynaniics, and Maniyula-ion. Association of Applied Biologists, HRI, Wellesbourne, UK. 296 p.
7. Hosseini P., Karimi H., Babaei S., Mashhadi H.R., Oveisi M. (2014) Weed seed bank as affected by crop rotation and disturbance. *Crop Protection*. Vol. 64. P. 1–6.
8. Chick M.P., Nitschke C.R., Cohn J.S., Penman T.D, York A. (2018) Factors influencing above-ground and soil seed bank vegetation diversity at different scales in a quasi-Mediterranean ecosystem. *Journal of Vegetation Science*. Vol. 29. №4. P. 684–694.
9. Cechin J., Schmitz M.F., Torchelsen J.S., Durigon M.R., Agostinetto D., Vargas L. (2022) Winter cover crops reduce the soil seed bank and infestations of Italian ryegrass in no-tillage system. *Crop Science*. Vol. 62. №1. P. 479–488.
10. Melander B., Rasmussen I. A., Olesen J. E. (2020) Legacy effects of leguminous green manure crops on the weed seed bank in organic crop rotations. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 302. 107078.
11. Melander B., Rasmussen J., Sørensen P. (2024) Cover crop effects on the growth of perennial weeds in two long-term organic crop rotations. *Renewable Agriculture and Food Systems*. Vol. 39. e20. P. 1–10.
12. Nichols V., English L., Carlson S., Gailans S., Liebman M. (2020) Effects of Long-Term Cover Cropping on Weed Seedbanks. *Frontiers in Agronomy*. Vol. 2. 591091.
13. Zhang Y., Liu S., Du X., Chen Z., Ma Z., Mu Y. (2024) The inhibitory potential of green manure return on the germination and seedling growth of *Eleusine indica* L. *Frontiers in Plant Science*. Vol. 15. 1287379.
14. James H. W., Raghavan C., Stephen O. D., Steven A. F., Pam M., David C. S., Swanton C., Zollinger R. (2018) Weed management in 2050: perspectives on the future of weed science. *Weed Science*. Vol. 66. P. 275–285.
15. Liu S., Ma Z., Zhang Y., Chen Z., Du X., Mu Y. (2022) The impact of different winter cover crops on weed suppression and corn yield under different tillage systems. *Agronomy*. Vol. 12. 999.
16. Tsytsiura Y., Palamarchuk V., Krychkovskiy V., Tkachuk O. (2025) Oilseed radish. Agro-potential in the system of green manure, biofumigation, phytoremedial and bioenergy use. Scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing. 808 p.
17. Tsytsiura Ya.H., Yakovets L.A. (2025) Potentials otavnoho vidrostannia redky oliinoi dlia syderalnoho yii

REFERENCES:

1. Gharde Y., Singh P.K., Dubey R.P., Gupta P.K. (2018) Assessment of yield and economic losses in agriculture due to weeds in India. *Crop Protection*. Vol. 07. P. 12–18.

vykorystannia zalezno vid strokiv skoshuvannia ta fonovo mineralnogo udobrennia [The potential of regrowth of oilseed radish for green manure use depending on mowing time and background mineral fertilization]. Zroshuvane zemlerobstvo. Vyp. 84. S. 106–114. [in Ukrainian].

18. Tsytsiura Ya.H., Neilyk M.M., Didur I.M., Polishchuk M.I. (2022) Syderatsiia yak bazova skladova biolohizatsii suchasnykh system zemlerobstva [Green manuring as a fundamental component of the biological intensification of modern farming system]. Monohrafiia. Vinnytsia: Vydavets TOV «Druk». 770 s. [in Ukrainian].

19. Tsytsiura Y. (2024) Evaluation of Ecological Adaptability of Oilseed Radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) Biopotential Realization in the System of Criteria for Multi-Service Cover Crop. Journal of Ecological Engineering. Vol. 25. № 7. P. 265–285.

20. Tsytsiura Y. (2024) Potential of oilseed radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) as a multi-service cover crop (MSCC). Agronomy Research. Vol. 22. №2. P. 1026–1070.

21. Tsytsiura Ya.H., Tsytsiura T.V. (2015) Redka oliina. Stratehiia vykorystannia ta vyroshchuvannia: monohrafiia [Oilseed Radish: Strategies for Use and Cultivation: Monograph]. Vinnytsia: TOV «Nilan LTD». 624 s. [in Ukrainian].

22. Saiko V. F. (2011) Osoblyvosti provedennia doslidzhen z khrestotsvitymy oliinymy kulturamy [Features of research with cruciferous oilseedseeds]. K.: «Instytut zemlerobstva NAAN». 76 s. [in Ukrainian].

23. Test Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability of Fodder Radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.). (2017) TG/178/3, UPOV. Geneva. 19 p.

24. Karasiuk I. M., Herkiial O. M., Nedvyha M. V. (2001) Ahrokhimichniy analiz gruntu, roslyn i dobyv na laboratornopraktychnykh zaniattiakh z ahronomichnoi khimii: Navch. posibnyk [Agrochemical Analysis of Soil, Plants, and Fertilizers in Laboratory and Practical Classes in Agronomic Chemistry: Textbook]. Kyiv: ZAT «NICH-LAVA». 192 s. [in Ukrainian].

25. Clark A. (2007) Managing cover crops profitably. 3rd ed. National SARE Outreach Handbook Series Book 9. National Agricultural Laboratory, Beltsville, MD. URL: <http://www.sare.org/publications/covercrops.htm> (data zvernennia 20.02.2026).

26. Davis A.S., Renner K.A., Gross K.L. (2005) Weed seedbank and community shifts in a long-term cropping systems experiment. Weed Science. Vol. 53. P. 296–306.

27. Forcella F., R.G. Wilson J., Dekker R.J., Kremer J., Cardina R.L., Anderson D., Alm K.A., Renner R.G., Clay H.S., Buhler D.D. (1997) Weed seed bank emergence across the corn belt. Weed Science. Vol. 45. P. 67–76.

28. Reinhardt T., Leon R. G. (2018) Extractable and Germinable Seedbank Methods Provide Different Quantifications of Weed Communities. Weed Science. Vol. 66. №6. P. 715–720.

29. Prymak I.D., Kosolap M.P., Roshko V. H., Mazurkevych I.V. (2008) Vyznachnyk skhodiv i nasinnia. Buriativ [Identification guide to weed seedlings and seeds]. K.: KVITs. 150 s. [in Ukrainian].

30. Hakansson S. (2003) Weeds and Weed Management on Arable Land – An Ecological Approach. Wallingford, UK: CABI Publishing. 288 p.

31. Rumsey D.J. (2016) Statistics For Dummies. 2nd Edition. John Wiley & Sons Inc. 408 p.

Цицюра Я.Г., Потенціал отавно-сидерального використання редьки олійної з позиції контролювання ґрунтового банку насіння бур'янів

Метою досліджень було встановити можливість продуктивного сидерального використання сформованої біомаси отави редьки олійної отриманої після її відростання за різних строків скошування на формування потенційного ґрунтового банку насіння бур'янів у шарах ґрунту 0–5 см, 5–10 см та 10–15 см.

Методи. Дослідження було проведено впродовж 2022–2024 років на базі дослідного поля Вінницького НАУ на сірих лісових ґрунтах з середнім потенціалом родючості. Повторність у досліді чотирьохразова. Розміщення варіантів – систематичне у два яруси. Дослід передбачав вивчення як біопродуктивності отриманої отави за виходом вегетативної надземної маси, так і сухих речовин, а також дослідження загальної чисельності насіння бур'янів у шарі ґрунту 0–15 см з кроком у 5 см у два періоди восени перед сидерацією та на весні після сидерації та періоду перезимівлі. Для оцінки ефективності пропонованого технологічного варіанту сидерації облік проводився на контролі за вирощування кукурудзи на зерно як культури з високою потенційною приростною динамікою кількості насіння бур'янів в ґрунтовому його банку.

Результати. Встановлена технологічна ефективність та доцільність повторного культивування редьки олійної на високому її зрізі (10–12 см) у фенологічну стадію цвітіння що забезпечує можливість її отавного сидерального використання з метою істотного зниження чисельності насіння бур'янів як з рубіжним обліком на період завершення вегетації рослинності на полі, так і на стадії відновлення вегетації на весні.

Висновки. Доведена ефективність та сегетальнорегулююча доцільність сидерального використання отави редьки олійної за її формування при скошуванні культури у польозаймаючому варіанті у фенологічну фазу цвітіння (ВВСН 60–62) за рахунок чого досягається результат зниження загальної кількості насіння бур'янів у ґрунті у шарі 0–15 см у порівнянні з варіантом вирощування кукурудзи на зерно з коефіцієнтом зниження 1,29 на період завершення вегетування рослинності у полі та з коефіцієнтом зниження 1,48 на період після сидерації та перезимівлі ґрунту весною.

Ключові слова: біопродуктивність, отавне сидеральне використання, фази скошування, насіння бур'янів, потенційна забур'яненість ґрунту.

Tsytsiura Ya.H. The Potential of Regrowth Biomass of Oilseed Radish Use as Green Manure from the Perspective of Soil Weed Seed Bank Control

The aim of the study was to determine the possibility of productive green manure use of the biomass formed by the regrowth (aftermath) of oilseed radish obtained after mowing at different times, and its effect on the formation of the potential soil weed seed bank in soil layers of 0–5 cm, 5–10 cm, and 10–15 cm.

Methods. The study was conducted during 2022–2024 at the experimental field of Vinnytsia

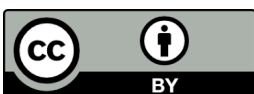
National Agrarian University on grey forest soils with a medium fertility potential. The experiment was arranged in four replications. The treatments were systematically placed in two tiers. The study included assessment of the bioproductivity of the obtained regrowth in terms of aboveground vegetative biomass yield and dry matter accumulation, as well as determination of the total number of weed seeds in the 0–15 cm soil layer at 5 cm intervals in two periods: in autumn before green manure incorporation and in spring after green manuring and overwintering. To evaluate the effectiveness of the proposed green manure technology, records were taken in comparison with a control treatment where maize for grain was grown as a crop characterized by a high potential increase in the soil weed seed bank.

Results. The technological efficiency and feasibility of repeated cultivation of oilseed radish with high

cutting (10–12 cm) at the flowering phenological stage were established. This approach ensures the possibility of its aftermath green manure use, resulting in a significant reduction in the number of weed seeds, both at the final stage of vegetation in autumn and at the stage of vegetation resumption in spring.

Conclusions. The effectiveness and weed-regulating feasibility of green manure use of oilseed radish regrowth formed after mowing the crop at the flowering stage (BBCH 60–62) were proven. This practice resulted in a decrease in the total number of weed seeds in the 0–15 cm soil layer compared with maize grown for grain, with a reduction coefficient of 1.29 at the end of the vegetation period and 1.48 after green manure incorporation and soil overwintering in spring.

Key words: bioproductivity, regrowth green manure use, cutting stages, weed seeds, potential soil weed infestation.



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Дата першого надходження статті до видання: 24.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 27.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 28.04.2026