

ПОТЕНЦІАЛ ОТАВНОГО ВІДРОСТАННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ ДЛЯ СИДЕРАЛЬНОГО ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СКОШУВАННЯ ТА ФОНОВОГО МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ

ЦИЦЮРА Я.Г. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0002-9167-833X

Вінницький національний аграрний університет

ЯКОВЕЦЬ Л.А. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/000-0001-5283-7169

Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Варіант органо-мінеральних систем удобрення залишається пріоритетним напрямом конструювання варіантів агрохімічного забезпечення технологій вирощування сільськогосподарських культур [1]. З врахуванням такого підходу актуальним залишається добір джерел органіки для формування таких систем, оскільки у світовому вимірі відмічається дефіцит джерел органічного вуглецю за рахунок біорециклінгового утримання тваринницької галузі, що унеможлиблює нагромадження класичних органічних добрив [2], а також за рахунок інтенсивної диверсифікації сівозмін, що призводить до редукції можливого застосування проміжних культур сидерального спрямування [3]. У результаті підсумку виникає необхідність у пошуку інноваційних підходів до накопичення рослинної органіки в ґрунті не акцентуючись не лише на солоні як основного компоненту в Україні у варіантах додаткового джерела органіки, але й на можливих варіантах вирішення за рахунок нетрадиційних джерел [1]. На сьогодні до таких нетрадиційних джерел відносять і варіант отавного відростання культур зібраних у попередній період вегетації і залишений для нагромадження відповідної біомаси за період, що вкладається в операційну картку забезпечення відповідного комплексу агротехнологій виходячи з ґрунтово-кліматичних особливостей відповідних сільськогосподарських технологій [4]. Такий спосіб застосовується до цілого ряду сільськогосподарських культур – багаторічних трав різної якості, падаличних варіантів відростання у результаті втрат насіння при збиранні, а також цілого ряду однорічних культур [5].

Для Європейського Союзу така практика є досить поширеною, особливо у регіонах з достатнім зволоженням та тривалим післязливним періодом до припинення вегетації [6–12]. Проте для умов України отава хрестоцвітих видів рослин з метою її повторного використання у біоорганічних варіантах удобрення є питанням маловивченим, що потребує додаткового наукового узагальнення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В цілому для хрестоцвітих видів рослин відмічено можливість їх отавного відростання за певних умов вегетації, серед яких лімітуючи ми є зволоження та температурний режим протягом 30–50 діб після скошування відповідної культури [1, 13]. На сьогодні до

групи хрестоцвітих видів рослин з високими рівнями отавного потенціалу відносять ріпак, гірчицю білу та редьку олійну [13].

Власне досліджень з питань отавності традиційних хрестоцвітих видів рослин і редьки олійної зокрема у науковій літературі мало [1]. Відмічається, що отавність в цілому притаманна хрестоцвітим видам рослин [4], але її потенціал з позиції біоорганічного та сидераційного використання залежить від ряду факторів. До основних із них слід віднести фенологічну фазу скошування, яка визначає відповідний рівень запасних речовин, які рослина спроможна використати для регенерації [7], гідротермічний режим у період від скошування до припинення вегетації у зоні досліджень, що визначає інтенсивність продукційного процесу та рівень сформованої біомаси [10]. Немаловажним є рівень стартового мінерального живлення, який у підсумку визначає процеси закладення системи рослинної регенерації, її потенціал та взагалі здатність до такого процесу, особливо на фоні погіршення гідротермічних режимів вегетації рослин на стадії отавного відростання [11].

Стосовно редьки олійної то період вивчення цього питання стосується 70–80-х років минулого століття з позиції ефективного циклу використання редьки у структурі зеленого конвеєра [1] та можливості її адаптивного комплексного використання як культури мультикритерійного способу залучення у біорециклінг органік у системі ґрунт–рослина [14, 15].

Мета статті. Оцінка отавної біопродуктивності редьки олійної для можливого її сидерального використання залежно від строків скошування на сірих лісових ґрунтах за умов нестійкого зволоження.

Матеріали та методика досліджень. Місце проведення досліджень зона північної підпровінції правобережної центральної високої провінції Лісостепу (ЛС2.). Період досліджень три роки 2022–2024 рр.. Місце досліджень дослідне поле Вінницького національного аграрного університету (N 49°11'31", E 28°22'16"). Ґрунтовий покрив дослідних ділянок – сірі лісові ґрунти. Основні показники ґрунтових умов родючості: вміст гумусу 2,68% легкогодіролізного 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.

Отавність редьки олійної вивчалась на агроценозі редьки олійної сорту Журавка (комбінованого напрямку використання – листостеблова маса, насіння, сидерація) сформованого за бінарної схемою комбінованого її використання (кормові цілі та насіння) [16] за норми висіву 2,0 млн. схожих насінин/га при ширині міжрядь 30 см на трьох фонах мінерального живлення: без добрив та за внесення у комплексі передпосівного обробітку у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{30}P_{30}K_{30}$ (нітроамофоска).

Повторність у досліді чотирьохразова. Розміщення варіантів – систематичне у два яруси. Площа облікової ділянки 25 м².

Досліджувалась біопродуктивність отавності редьки олійної на фоні вказаного удобрення з позиції строків її скошування у варіанті кормової культури та збирання за використання агроценозу на насіннєві цілі. Висота скошування та збирання встановлювалась на висоті 10–12 см. Загальна схема досліді представлена в таблиці 1.

Облік показника сформованої надземної маси проводили застосовуючи метод облікових ділянок (1 м² по 4 ділянки для кожного повторення) шляхом прямого одновидового польового зважування [17].

Ідентифікація фенологічних фаз росту і розвитку редьки олійної була проведена на підставі стандартної шкали ВВСН для даної культури [18].

Вміст сухої речовини у сформованій листостебловій масі рослин визначали шляхом висушування до постійної маси при 105 °С та озолення при 550 °С [19].

Біохімічний аналіз листостеблової маси (вміст азоту, фосфору та калію) сформованої отави у розрізі варіантів досліді проводили за стандартними методиками визначення базових компонентів біохімічного аналізу, виражених в абсолютно сухій вазі при застосуванні стандартних методик вітчизняної та зарубіжної практики [20, 21].

Трансформацію отавної біомаси редьки олійної у еквівалентний вираз органічного добрива (гній ВРХ) проводили використовуючи дані еталонних параметрів різних видів органічних добрив [22, 23].

Для оцінки гідротермічних умов загального періоду вегетація (основна + отавна) проводили за такими показниками: середньодобова температура (°С), сума опадів (мм), гідротермічний коефіцієнт (ГТК) (відповідно до рівняння 1) та коефіцієнтом значущості відхилень (C_{sd}) (відповідно до рівняння 2) (табл. 2).

$$ГТК = \frac{\sum R}{0.1 \times \sum t_{>10}} \quad (1)$$

де: $\sum R$ – сума опадів за період з температурою вище 10 °С, $\sum t_{>10}$ – сума ефективних температур за період досліджень.

$$C_{sd} = \frac{(X_i - X_{av})}{S} \quad (2)$$

де: X_i – поточний елемент погоди; X_{av} – показник середнього багаторічного значення; S – середнє квадратичне відхилення; i – порядковий номер року. Рівень C_{sd} : $0 \div 0.5$ (-0.5) – умови близькі до нормальних; $(-1) 1 \div (-2) 2$ – суттєво відрізняються від багаторічних; > 2 (< -2) – близькі до екстремальних.

Для статистичної оцінки отриманих результатів обліків та спостережень було використано стандартні показники аналізу масиву даних [24] за такими параметрами як: середнє арифметичне, стандартне відхилення (SD), коефіцієнт варіації (C_v) (для рівня значущості $p < 0,05$) за використання пакету програм Statistica 10.

Для аналізу отриманих показників та ймовірності істотності значень між варіантами було використано кореляційний та дисперсійний методи аналізу з калькуляцією парних коефіцієнтів кореляції та показника розрахунком найменшої істотної різниці (НІР для $p < 0,05$).

Результати досліджень. Перед представленням основних результатів коротко слід акцентувати увагу на особливостях отавного відростання редьки олійної. Відростання отави здійснюється за рахунок добре розвиненого запасаючого кореня так званого псевдокоренеплідного характеру із бруньок відновлення сконцентрованих у верхній частині кореня біля залишку попередньої стеблової частини рослини (рис. 1).

Формат відростання представлено певною кількістю стебел відновлення як правило в інтервалі 2–3 розміщених симетрично до осі старого стебла. Максимальна фенологічна стабільність отавних рослин зафіксована у досліді впродовж трьохрічного циклу вивчення відповідала фенологічній стадії зеленого стручка (орієнтовано з огляду на середній рівень варіативності феностадійного розвитку у межах отавного агроценозу редьки олійної в інтервалі ВВСН 70–80).

Оцінка залежності отавної біопродуктивності редьки олійної у середньому за період досліджень засвідчила статистично відмінні рівні сформованої сирови та сухої біомаси залежно як від строку скошування культури, так і від фону її попереднього живлення (табл. 3).

За результатами багаторічного усереднення редьку олійну з позиції біохімічної цінності як потенційного сидерату можна віднести до культур сидеральної групи, листостеблова маса якої має високий потенціал базових мікроелементів, що позитивно

Таблиця 1 – Загальна схема досліді з вивчення варіантів отавної біопродуктивності редьки олійної, 2022–2024 рр.

Фоновий варіант удобрення редьки олійної на період до отавного вирощування	Варіанти скошування та збирання
$N_0P_0K_0$	1. Фаза стеблування (ВВСН 38–40)
$N_{30}P_{30}K_{30}$	2. Фаза бутонізації (ВВСН 50–52)
	3. Фаза цвітіння (ВВСН 60–62)
$N_{60}P_{60}K_{60}$	4. Фаза зеленого стручка (ВВСН 74–76)
	5. Фаза жовтого стручка (ВВСН 83–85)

Таблиця 2 – Оцінка гідротермічного режиму загального періоду вегетації редьки олійної за 2022–2024 рр.

Рік	Сума опадів, мм (IV-X)	*t _{aver} °C (IV-X)	Місяці періоду вегетації										C _{sd aver} V-IX	*t _{aver} °C	*Сума опадів, мм
			V		VI		VII		VIII		IX				
			X _i	C _{sd}	X _i	C _{sd}	X _i	C _{sd}	X _i	C _{sd}	X _i	C _{sd}			
2022	678,7	15,15	1,43	0,74	1,50	0,91	0,90	0,06	1,71	2,13	4,96	7,86	2,34	2,2	278,0
2023	486,9	16,24	0,09	-0,69	1,64	1,18	1,41	1,14	0,65	-0,05	1,02	0,66	0,45	2,9	371,2
2024	481,9	17,94	0,58	-0,17	1,66	1,21	1,19	0,67	0,77	1,46	0,45	-0,38	0,41	1,2	263,8

Примітка: * – середня середньодобова температура ($^{\circ}\text{C}$) за період листопад попереднього року – березень наступного; ** – сума опадів (мм) за період листопад попереднього року – березень наступного.



Рис. 1. Отава (крайня ліва позиція) та морфологія отавного відростання редьки олійної сорту Журавка за скошування у фазі цвітіння (ВВСН 62–65)

Таблиця 3 – Рівні сформованої отавної біомаси редьки олійної сорту Журавка залежно від фону мінерального живлення культури та строків її збирання (середнє за період 2022–2024 рр.), т/га

Фон доотавного мінерального живлення	Вихід біомаси отави, залежно від дати скошування та збирання т/га									
	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)	
	ВМ*	СР**	ВМ	СР	ВМ	СР	ВМ	СР	ВМ	СР
$N_0P_0K_0$	8,61	0,88	10,24	1,17	8,96	0,98	6,92	0,84	4,57	0,55
$N_{30}P_{30}K_{30}$	10,72	1,07	12,89	1,38	10,44	1,14	8,43	1,00	6,12	0,76
$N_{60}P_{60}K_{60}$	12,52	1,25	16,25	1,64	11,28	1,22	9,55	1,13	7,89	0,89
$НІР_{05}$ (заг)	1,12	0,11	1,27	0,12	0,89	0,10	0,72	0,08	0,57	0,07

Примітка: * ВМ – вихід вегетативної (сирої) надземної біомаси; **СР – вихід надземної біомаси у еквіваленті сухих речовин.

співвідноситься з висновками інших дослідників [11, 15, 25]. За цих умов отавна біопродуктивність була максимальною за скошування вирощуваної редьки олійної як полезаймаючої культури у фазі бутонізації на фоні внесення під культуру у передпосівному циклі $N_{60}P_{60}K_{60}$. У співставленні до цієї феностадії скошування з калькуляцією середнього значення по фонах мінерального живлення отавна біопродуктивність за скошування редьки олійної у фазу стеблуння була на 19,1% нижча за виходом вегетативної маси отави та на 23,6% за виходом сухих речовин. За скошування у фазу цвітіння ці показники були також нижчі у тому ж порівнянні на 22,1% та 20,3% відповідно. Для фази скошування на фазу зеленого стручка – зниження на 36,8% та 29,1% відповідно, а на фазу жовтого стручка – зниження на 52,8% та 47,5% відповідно.

З позиції співставлення фонів мінерального живлення у середньому для фонів живлення $N_0P_0K_0$ вихід вегетативної (сирої) маси отави редьки олійної становило 7,86 т/га, а сухих речовин відповідно 0,88 т/га. За фонів живлення $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 9,72 т/га та 1,07 т/га відповідно, а за фонів $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 11,50 т/га та 1,23 т/га відповідно. При цьому у співставленні до фонів живлення $N_0P_0K_0$ інших застосованих варіантів внесення передпосівного добрива склало такі коефіцієнти зростання за 30 кг/га NPK – 1,24 для вегетативної маси та 1,21 для сухих речовин. Відповідно для фонів живлення 60 кг/га NPK – 1,46 і 1,39.

Різницю у отавній біопродуктивності наглядно підтверджено даними рис. 2 для умов 2024 року досліджень. Отримані дані узгоджуються як з особливостями зниження загальної біопродуктивності сидеральних культур за зміни строків і тривалості їх



Рис. 2. Отава редьки олійної сорту Журавка (верхня позиція – після скошування у фазі цвітіння (ВВСН 60–62); середня позиція – після скошування у фенологічній фазі зеленого стручка (ВВСН 74–76); нижня позиція – після скошування у фенологічній фазі жовтого стручка (ВВСН 83–85) (всі варіанти на фонах мінерального живлення редьки олійної $N_{30}P_{30}K_{30}$), 2024 рік

вироснування [1, 26, 27], особливо у варіантах зміцнення у пізньо-літньо та осінній цикл, що відповідає отавному відростанню редьки олійної за її скошування та збирання від фази зеленого стручка.

Важливим питанням оцінки можливого сидерального напрямку використання сформованої надземної біомаси рослин є дослідження питання вмісту азоту, фосфору і калію у сухій масі, оскільки це дозволяє співставляти отримані значення з біохімічною цінністю класичних органічних добрив [14]. Результати такої оцінки отриманої отавної маси редьки олійної за різних варіантів живлення та строків скошування представлено у табл. 4.

За результатами такої оцінки та на підставі стандартизованих градацій якості [20] редьку олійну можна віднести до високоцінної рослинної маси, яка може бути надійним джерелом органіки у ґрунті та не поступається за цим показником класичним сидеральним культурам [1, 13]

Такі узагальнення підтверджено як значеннями потенційного внесення азоту і фосфору та калію у ґрунт при використанні сформованої отавної маси у якості класичного сидерального компоненту удобрення. При цьому доведена цінність скошування редьки олійної для повторного отримання отави у фазу бутонізації (ВВСН 50–52), яка потенційно

Таблиця 4 – Сидеральний потенціал отави редьки олійної на основі біохімічної оцінки за вмістом головних мікроелементів та еквіваленті класичних органічних добрив ВРХ, (середнє за період 2022–2024 рр.)

Фон доотавного мінерального живлення	Вміст у сформованій отавній масі (у % на абсолютно-суху речовину) залежно від дати скошування доотавної редьки олійної														
	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)		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
$N_0P_0K_0$	2,58	0,47	3,58	3,17	0,52	3,55	3,47	0,57	3,56	2,84	0,59	3,89	2,59	0,67	4,05
$N_{30}P_{30}K_{30}$	3,05	0,51	4,11	3,24	0,60	3,79	3,38	0,64	3,84	2,88	0,67	4,05	2,72	0,72	4,11
$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,24	0,57	4,23	3,56	0,65	4,08	3,21	0,68	3,89	2,97	0,65	4,12	2,87	0,74	4,16
$НІР_{05}$ (заг)	0,21	0,10	0,19	0,17	0,11	0,28	0,19	0,12	0,22	0,15	0,18	0,15	0,12	0,14	0,10
Буде внесено разом з отавною масою редьки олійної у випадку її сидерального використання															
$N_0P_0K_0$	22,7	4,1	31,5	37,1	6,1	41,5	34,0	5,6	34,9	23,9	5,0	32,7	14,2	3,7	22,3
$N_{30}P_{30}K_{30}$	32,6	5,5	44,0	44,7	8,3	52,3	38,5	7,3	43,8	28,8	6,7	40,5	20,7	5,5	31,2
$N_{60}P_{60}K_{60}$	40,5	7,1	52,9	58,4	10,7	66,9	39,2	8,3	47,5	33,6	7,3	46,6	25,5	6,6	37,0
Сформована отавна маса редьки олійної у наближеному еквіваленті гною ВРХ															
$N_0P_0K_0$	3,82			5,59			4,95			4,07			2,68		
$N_{30}P_{30}K_{30}$	5,35			6,99			5,97			5,06			3,84		
$N_{60}P_{60}K_{60}$	6,59			9,03			6,35			5,80			4,64		

Примітка: N, P, K – відповідно вміст азоту, фосфору та калію

забезпечує при використанні отави як класичного зеленого добрива внесення у ґрунт у середньому по фонах живлення 46,7 кг/га азоту, 8,3 кг/га фосфору та 53,6 кг/га калію. Таке дозування у підсумку забезпечує внесення в ґрунт до 7,2 т/га класичного гною ВРХ за умовного еквівалентного переведення отавної маси у гній, виходячи з стандартних характеристик біохімічної його структури.

Статистично близьким варіантом до поєднання сформованої сухої речовини та біохімічної сидеральної цінності отави є варіант скошування редьки олійної у фазі цвітіння (ВВСН 60–62), який забезпечив, усереднено по варіантах фонового живлення, внесення азоту на рівні 37,2 кг/га, фосфору 7,1 кг/га та калію 42,0 кг/га відповідно. При цьому еквівалентна норма органіки склала еквівалент гною ВРХ на рівні 5,8 т/га.

Що стосується впливу фонового живлення то у варіанті без фонового удобрення ($N_0P_0K_0$) у середньому по строках скошування потенційно буде

нагромаджено в сухій біомасі отави з редьки олійної 26,4 кг/га азоту, 4,90 кг/га фосфору, 32,6 кг/га калію. Для варіанту $N_{30}P_{30}K_{30}$ аналогічні показники будуть у наступному значенні 33,1 кг/га азоту, 6,6 кг/га фосфору 42,4 кг/га калію, а для варіанту $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 39,4 кг/га азоту, 8,0 кг/га фосфору та 50,2 кг/га калію. Тобто усереднений приріст у співставленні варіантів $N_{30}P_{30}K_{30}/N_0P_0K_0$ був для азоту у значенні 1,25, для фосфору 1,36 та для калію – 1,30. Приріст ж аналогічних показників при співставленні варіантів $N_{60}P_{60}K_{60}/N_{30}P_{30}K_{30}$ був 1,50, 1,64 та 1,54 відповідно. У підсумку варіанти від 0 до 60 кг/га NPK фонового живлення забезпечили потенційно надходження еквівалентної кількості гною ВРХ на рівні 4,22, 5,44 та 6,40 т/га відповідно

Висновки. На підставі отриманих результатів встановлена потенційна можливість ефективного сидерального використання отави редьки олійної за системи її відростання після скошування у фазу в період від бутонізації культури (ВВСН 50–52) до

фази її цвітіння (ВВСН 60–62) за вирощування її у доотавному варіанті на мінеральному фоні живлення від $N_0P_0K_0$ до $N_{60}P_{60}K_{60}$, що потенційно дозволить забезпечити за її вирощування на сірих лісових ґрунтах в умовах нестійкого зволоження отримання потенційної отавної сидеральної маси в еквівалентному переведенні на гній ВРХ в досяжному інтервалі 4,95–9,03 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. 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.
2. Alcántara C., Pujadas S., Saavedra M.S. Management of cruciferous cover crops by mowing for soil and water conservation in southern Spain. *Agricultural Water Management*. 2011. Vol. 98. №6. P. 1071–1080. DOI: 10.1016/j.agwat.2011.01.016
3. Blanco-Canqui H., Mikha M.M., Presley D.R., Claassen M.M. Addition of cover crops enhances no-till potential for improving soil physical properties. *Soil Science Society of America Journal*. 2011. Vol. 75. P. 1471–1482.
4. Цицюра Я.Г., Цицюра Т.В. Редька олійна. Стратегія використання та вирощування: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2015. 624 с.
5. Justes E., Mary B., Nicolardot B. Comparing the effectiveness of radish cover crop, oilseed rape volunteers and oilseed rape residues incorporation for reducing nitrate leaching. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 1999. Vol. 55. P. 207–220. DOI: 10.1023/A:1009870401779
6. Lal R. Soil management for carbon sequestration. *South African Journal of Plant and Soil*. 2021. Vol. 38. P. 231–237. DOI: 10.1080/02571862.2021.1891474
7. Thomsen I. K., Hansen E. M. Cover crop growth and impact on N leaching as affected by pre- and postharvest sowing and time of incorporation. *Soil use and management*. 2014. Vol. 30, Iss. 1. P. 48–57. DOI: 10.1111/sum.12083
8. 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 20.11.2025)
9. Gaudin A., Mitchell J., Westphal A., Williams N. Management and Benefits of Cover Crops in Almonds. ABC Report on Project STEWCROP7. 2020. 47 p.
10. de Ruijter F.J., Huijsmans J.F.M., Rutgers B. Ammonia volatilization from crop residues and frozen green manure crops. *Atmospheric Environment*. 2010. Vol. 44. № 28. P. 3362–3368. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2010.06.019
11. Jahanzad E., Barker A.V., Hashemi M., Eaton T., Sadeghpour A., Weis S.A. Nitrogen release dynamics and decomposition of buried and surface cover crop residues. *Agronomy Journal*. 2016. Vol. 108. №4. P. 1735–1741. DOI: 10.2134/agronj2016.01.0001
12. Quintarelli V., Radicetti E., Allevato E., Stazi S.R., Haider G., Abideen Z., Bibi S., Jamal A., Mancinelli R. Cover Crops for Sustainable Cropping Systems: A Review. *Agriculture*. 2022. Vol. 12. 2076. DOI: 10.3390/agriculture12122076
13. Tsytsiura Y., Palamarchuk V., Krychkovskyi V., Tkachuk O. Oilseed radish. Agro-potential in the system of green manure, biofumigation, phytoremedial and bio-energy use. Scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2025. 808 p.
14. 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.
15. 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
16. Цицюра Я.Г. Спосіб сівби редьки олійної для формування кормових і насінницьких її посівів в єдиному технологічному циклі. Патент України на корисну модель № 119371. Україна А01В 79/02 (2006.01). № у 2017 02895. Опубліковано 25.09.2017. Бюл. № 18. 4 с.
17. Сайко В. Ф. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами. К.: «Інститут землеробства НААН» 2011. 76 с.
18. 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.
19. 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.
20. Зоохімічний аналіз кормів. Хімічний та атомно-адсорбційний аналіз кормів: Навчальний практикум / О.О. Лавринюк, В.А. Бурлака; за ред. В.А. Бурлаки. Житомир, 2016 110 с.
21. AOAC. Official Method of Analysis: Association of Analytical Chemists. 19th Edition, Washington DC, 2012. P. 101–130.
22. Composts & Fertilisers. 2023. NPK Nutritional Values of Animal Manures & Compost Etc. Available online: https://www.allotment-garden.org/composts-fertilisers/npk-nutritional-values-animal-manures-compost/#google_vignette (date of application 24.11.2025 p.).
23. Brown C. Available Nutrients and Value for Manure from Various Livestock Types. Factsheet № 21077. AGDEX 538. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Queen's Printer for Ontario. 2021. 10 p.
24. Rumsey D.J. Statistics For Dummies. 2nd Edition. John Wiley & Sons Inc. 2016. 408 p.
25. Pen W., Du Z., Wang H., Lei S. Impact of mowing on plant regrowth under different resource conditions: Impact of mowing on plant regrowth under different resource conditions. *Chinese journal of eco-agriculture*. 2009. Vol. 17. №3. P. 436–442. DOI: 10.3724/SP.J.1011.2009.00436
26. Raksun A., Ilhamdi L., Merta I. W., Mertha I. G. Vegetative Growth Analysis of Mustard Greens (*Brassica juncea* L.) Consequences of Vermicompost and Urea Fertilizer Treatment. *Jurnal Biologi Tropis*. 2024. Vol. 24. №3. P. 800–806. DOI: 10.29303/jbt.v24i3.7517

27. Khan N. A., Lone P. M. Effects of early and late season defoliation on photosynthesis, growth and yield of mustard (*Brassica juncea* L.). *Brazilian Journal of Plant Physiology*. 2005. Vol. 17. №1. P. 181–186. DOI: 10.1590/S1677-04202005000100015

REFERENCES:

1. 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» [in Ukrainian].
2. Alcántara, C., Pujadas, S., & Saavedra, M.S. (2011). Management of cruciferous cover crops by mowing for soil and water conservation in southern Spain. *Agricultural Water Management*. 98(6), 1071–1080
3. Blanco-Canqui, H., Mikha, M.M., Presley, D.R., Claassen, M.M. (2011). Addition of cover crops enhances no-till potential for improving soil physical properties. *Soil Science Society of America Journal*. 75, 1471–1482
4. 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» [in Ukrainian].
5. Justes, E., Mary, B., & Nicolardot, B. Comparing the effectiveness of radish cover crop, oilseed rape volunteers and oilseed rape residues incorporation for reducing nitrate leaching. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 55, 207–220
6. Lal, R. (2021). Soil management for carbon sequestration. *South African Journal of Plant and Soil*. 38, 231–237
7. Thomsen, I. K., & Hansen, E. M. (2014). Cover crop growth and impact on N leaching as affected by pre- and postharvest sowing and time of incorporation. *Soil use and management*. 30(1), 48–57
8. 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 20.11.2025)
9. Gaudin, A., Mitchell, J., Westphal, A., & Williams, N. (2020). Management and Benefits of Cover Crops in Almonds. ABC Report on Project STEWCROP7
10. de Ruijter, F.J., Huijsmans, J.F.M., Rutgers, B. (2010). Ammonia volatilization from crop residues and frozen green manure crops. *Atmospheric Environment*. 44(28), 3362–3368
11. Jahanzad, E., Barker, A.V., Hashemi, M., Eaton, T., Sadeghpour, A., & Weis, S.A. (2016). Nitrogen release dynamics and decomposition of buried and surface cover crop residues. *Agronomy Journal*. 108(4), 1735–1741
12. Quintarelli, V., Radicetti, E., Allevato, E., Stazi, S.R., Haider, G., Abideen, Z., Bibi, S., Jamal, A., & Mancinelli, R. (2022). Cover Crops for Sustainable Cropping Systems: A Review. *Agriculture*. 12, 2076
13. Tsytsiura, Y., Palamarchuk, V., Krychkovskyi, 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
14. 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*. 25(7), 265–285
15. Tsytsiura, Y. (2024). Potential of oilseed radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) as a multi-service cover crop (MSCC). *Agronomy Research*. 22(2), 1026–1070
16. Tsytsiura, Ya.H. (2017). Sposib sivby redky oliinoi dlia formuvannia kormovykh i nasinnytskykh yii posiviv v yedynomu tekhnolohichnomu tsykli. [Method of sowing oil radish for the formation of fodder and seed crops in a single technological cycle] Patent Ukrainy na korysnu model № 119371. Ukraina A01B 79/02 (2006.01). № u 2017 02895. Opublikovano 25.09.2017. Biul. № 18 [in Ukrainian].
17. Saiko, V. F. (2011). Osoblyvosti provedennia doslidzhen z khrestotsvitymy oliinymy kulturamy [Features of research with cruciferous oilseedseeds]. K.: «Instytut zemlerobstva NAAN» [in Ukrainian].
18. 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. Ahrokhimichnyi analiz gruntu, roslin i dobrov na laboratornopraktychnykh zaniattiakh z ahronomichnoi khimii: Navch. posibnyk [Agrochemical Analysis of Soil, Plants, and Fertilizers in Laboratory and Practical Classes in Agronomic Chemistry: Textbook]. Karasiuk, I. M., Herkiial, O. M., & Nedvyha, M. V. (2001). Kyiv: ZAT «NICH LAVA» [in Ukrainian].
20. Lavryniuk O.O., Burlaka V.A. (2016). Zookhimichnyi analiz kormiv. Khimichnyi ta atomno-adsorbtsiinyi analiz kormiv: Navchalnyi praktykum [Zoochemical analysis of feeds. Chemical and atomic absorption analysis of feed: A training workshop] / za red. V.A. Burlaky. Zhytomyr [in Ukrainian].
21. AOAC. (2012). Official Method of Analysis: Association of Analytical Chemists. 19th Edition, Washington DC
22. Composts & Fertilisers. (2023). NPK Nutritional Values of Animal Manures & Compost Etc. Available online: https://www.allotment-garden.org/composts-fertilisers/npk-nutritional-values-animal-manures-compost/#google_vignette (date of application 24.11.2025 p.)
23. Brown, C. (2021). Available Nutrients and Value for Manure from Various Livestock Types. Factsheet № 21077. AGDEX 538. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Queen's Printer for Ontario
24. Rumsey, D.J. (2016). Statistics For Dummies. 2nd Edition. John Wiley & Sons Inc.
25. Pen, W., Du, Z., Wang, H., & Lei, S. (2009). Impact of mowing on plant regrowth under different resource conditions: Impact of mowing on plant regrowth under different resource conditions. *Chinese journal of eco-agriculture*. 17(3), 436–442
26. George, L., & Rao, P. S. (1980). In vitro Regeneration of Mustard Plants (*Brassica juncea* var. RAI-5) on Cotyledon Explants from Non-irradiated, Irradiated and Mutagen-treated seed. *Annals of Botany*. 46(1), 107–112

27. Raksun, A., Ilhamdi, L., Merta, I. W., & Mertha, I. G. (2024). Vegetative Growth Analysis of Mustard Greens (*Brassica juncea* L) Consequences of Vermicompost and Urea Fertilizer Treatment. *Jurnal Biologi Tropis*. 24(3) 800–806

Цицюра Я.Г., Яковець Л.А. Потенціал отавного відростання редьки олійної для сидерального її використання залежно від строків скошування та фоновісного мінерального удобрення

Метою досліджень було встановити можливість продуктивного сидерального використання сформованої біомаси отави редьки олійної отриманої після її відростання культури з оцінкою впливу на цей показник строків скошування редьки олійної та фоновісного передпосівного удобрення у період доотавного вирощування.

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 біохімічне дослідження отавної маси на вміст азоту, фосфору та калію для комплексної сидеральної та удобрювальної оцінки отриманої отави.

Результати. Встановлена технологічна ефективність та доцільність повторного культивування редьки олійної на високому її зрізі (10–12 см) у фенологічну стадію бутонізації–цвітіння що забезпечує можливість її сидерального використання під наступні культури у сівозміні нехрестоцвітої групи з досяжним удобрювальним потенціалом до 8–16 т/га вегетативної сирової маси (0,8–1,6 т/га у сухій речовині), яка еквівалентна 5–9 т/га класичного гною ВРХ.

Висновки. Доведена ефективність та ґрунто-відновлювальна доцільність сидерального використання отави редьки олійної за її у фенологічні фази в період від бутонізації (BBCH 50–52) до цвітіння (BBCH 60–62) при застосуванні фоновісного припосівного удобрення при посіві редьки олійної у широкому інтервалі технологічних можливостей від $N_0P_0K_0$ до $N_{60}P_{60}K_{60}$, що дозволить сформувати за її вирощування на сірих лісових ґрунтах в умовах нестійкого зволоження потенційної отавної сидеральної маси,

яка еквівалентна 4,95–9,03 т/га класичному гною великої рогатої худоби.

Ключові слова: біопродуктивність, отавність, фази скошування, сидеральний удобрювальний потенціал, біоорганічне удобрення.

Tsytsyura Ya.H., Yakovets L.A. The Potential of Regrowth Biomass of Oilseed Radish for Its Use as Green Manure Depending on Cutting Dates and Background Mineral Fertilization

The aim of the research was to determine the possibility of productive green-manure use of the biomass formed from the regrowth of oilseed radish after cutting, with an assessment of the influence of cutting dates and background pre-sowing fertilization during the pre-regrowth cultivation period on this indicator.

Methods. The study was conducted during 2022–2024 at the experimental field of Vinnytsia National Agrarian University on grey forest soils with medium fertility potential. The experiment had four replications. Treatments were arranged systematically in two tiers. The research involved studying both the bioproductivity of the obtained regrowth biomass in terms of above-ground vegetative mass yield and dry matter content, as well as biochemical analysis of the regrowth mass for nitrogen, phosphorus, and potassium content to provide a comprehensive assessment of its suitability as green manure and fertilizer.

Results. The technological effectiveness and feasibility of repeated cultivation of oilseed radish at a high cutting level (10–12 cm) at the phenological stage of budding–flowering were established. This practice enables its use as green manure for subsequent crops in rotations excluding cruciferous species, providing a fertilizing potential of 8–16 t/ha of fresh vegetative mass (0.8–1.6 t/ha dry matter), which is equivalent to 5–9 t/ha of conventional cattle manure.

Conclusions. The efficiency and soil-restorative feasibility of using oilseed radish regrowth as green manure have been demonstrated when cutting is performed at phenological phases from budding (BBCH 50–52) to flowering (BBCH 60–62), with background pre-sowing fertilization ranging from $N_0P_0K_0$ to $N_{60}P_{60}K_{60}$. Under these conditions, it is possible to form regrowth green-manure biomass on grey forest soils with unstable moisture, equivalent to 4.95–9.03 t/ha of conventional cattle manure.

Key words: bioproductivity, regrowth, cutting stages, green-manure fertilizing potential, bioorganic fertilization.

Дата першого надходження рукопису
до видання: 26.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025