

УДК 631.41:631.87:551.583

DOI:10.37128/2707-5826-2024-1-7

**ВПЛИВ ЗЕЛЕНИХ ДОБРИВ
НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ
ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО
В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ
ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ
УКРАЇНИ**

М.І. ПОЛІЩУК, канд. с.-г.
наук, доцент
І.О. МАЧОК, магістр
першого року навчання
Вінницький національний
аграрний університет

В публікації представлено результати трьохрічних досліджень по вивченню впливу варіантів удобрення на особливості формування фітомаси сидеральних культур а саме: гірчиці білої, редьки олійної та гороху а також поліпшення якісних показників чорнозему опідзоленого в умовах зміни клімату Правобережного Лісостепу України.

Ґрунтово-кліматичні умови Вінниччини сприятливі для вироцуння усіх сільськогосподарських культур в тому числі і сидеральних посівів гороху, гірчиці білої та редьки олійної, при цьому найвищі прирости фітомаси забезпечують посіви редьки олійної, більш сприятливим для формування елементів продуктивності сидеральних культур виявився є вегетаційний період 2020 року, а найменші значення продуктивності сидеральних культур отримано за вироцуння їх в умовах вегетаційного періоду 2019 року.

Внесення мінеральних добрив мало позитивний вплив на збільшення фітомаси сидератів. Приріст фітомаси від внесення лише азотних добрив (N_{35}) та від спільного внесення калійних і фосфорних добрив ($P_{35}K_{35}$) був приблизно на однаковому рівні для гірчиці білої - 4,5 тонни на гектар і 3,3 тонни на гектар відповідно, редьки олійної - 4,8 тонни на гектар і 3,7 тонни на гектар відповідно, гороху - 4,2 тонни на гектар і 5,8 тонни на гектар відповідно. Найкращий приріст фітомаси сидератів за три роки спостерігався у випадку внесення подвійної дози азотних добрив на фосфорно-калійному фоні ($N_{70}P_{35}K_{35}$), а саме: гірчиця біла - 15,1 тонни на гектар, редька олійна - 14,5 тонни на гектар, горох - 10,3 тонни на гектар. Вміст сухої речовини в фітомасі залежить від виду культури та внесення добрив і становить від 16,3% до 29,3%, а в кореневих залишках від 20,5% до 33,1%.

Зі збільшенням дози добрив загальний вихід сухої речовини зростає, у той час як частка її вмісту в біомасі зменшувалася. Це свідчить про пряму залежність між дозою внесення мінеральних добрив і виходом сухої речовини ($R^2 = 0,77-0,89$ залежно від сидерату), а також про обернену залежність щодо вмісту у фітомасі ($R^2 = -0,54-0,79$) та підземній частині ($R^2 = -0,48-0,85$). Було встановлено, що внесення різних доз і видів мінеральних добрив під сидерати суттєво не вплинуло на вміст гумусу в ґрунті. Вироцуння сидератів призводить до переміщення кальцію з нижніх шарів до орного шару ґрунту, що призводить до зниження активної кислотності ґрунту.

Ключові слова: сидеральні культури, зелене добриво, чорнозем опідзолений, органічна речовина, гумус, кислотність, інтенсивність дихання ґрунту.

Табл. 6. Літ. 19.

Постановка проблеми. У контексті нестабільного зволоження Правобережного Лісостепу та змін клімату, спричинених глобальним потеплінням та переміщенням межі переходу від Лісостепу до Степу [2, 9, 19], обмежене використання проміжних посівів. Тому для додаткового внесення органічних речовин у ґрунт розумно використовувати сидеральні пари.

Потрібно зазначити, що стабілізація та підвищення родючості ґрунту за

допомогою традиційних джерел, таких як гній та мінеральні добрива, в наш час має обмежену ефективність [1, 8, 18]. Це призводить до необхідності розглядати альтернативні, менш витратні джерела, які можуть бути не менш ефективними, ніж гній. З науково обґрунтованого підходу, використання сидератів є доцільним [6, 7].

Важливо відзначити, що переконливіший доказ ефективності сидератів можна отримати, вивчаючи їх реакцію на внесення мінеральних добрив, особливо азотних. Багато питань, пов'язаних із використанням сидератів на чорноземних ґрунтах та їх впливом на агрономічні характеристики, зокрема азотний режим, залишаються недостатньо вивченими в умовах обмеженого зволоження. Внаслідок нераціонального використання земель у минулому, відсутності сталої аграрної політики, порушення сівозмін, надмірного переважання зернових культур перед кормовими, біологічне різноманіття стало менш різноманітним, а співвідношення ріллі та кормових угідь суттєво знизилося на користь рільництва (1 : 0,2, замість 1 : 1,6) [8]. У 1990 році 45% посівних площ в Україні відводилося під зернові культури, 12% під технічні, 6% під картоплю і овочево-баштанні, тоді як 37% були відведені під кормові культури. У 2012 році зернові вже займали 55% площ, технічні культури - 29%, картопля і овочево-баштанні - 7%, а кормові культури зменшилися в чотири рази до 9%. Слід підкреслити, що структура посівних площ під пшеницею озимою вимагає сидеральних парів на рівні 17-18% [9].

Прогнозоване вичерпання глобальних запасів фосфору протягом 50-125 років можна частково відкласти або зменшити, оскільки коренева система сидератів, таких як буркун, гірчиця та інші, здатна забирати важкодоступні фосфати, кальцій і магній з глибоких шарів ґрунту і переносити їх у надземну частину. Після розкладання і мінералізації, ці елементи стають доступними для наступних культур. У середньому з глибоких шарів ґрунту може надходити приблизно 20-25 кг/га P_2O_5 , 100 кг/га CaO і 20 кг/га MgO. Крім того, частина органічних речовин в ґрунті піддається мінералізації, і землеробський закон вимагає їхнього відновлення. Проте, часто цей закон порушується, що призводить до поступової деградації ґрунтів та викликає серйозну стурбованість [3].

В умовах економічної нестійкості сільськогосподарського сектора важливо зберігати родючість ґрунтів шляхом впровадження агротехнологічних заходів, які не призводять до значних втрат. Один із таких заходів, особливо в Лісостеповій зоні - це використання сидеральних парів. Різноманітність та специфіка сидератів вимагають теоретичного і технологічного обґрунтування їх вирощування та добрив з метою зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та підвищення продуктивності сівозмін з відтворенням органічних компонентів ґрунту [2].

Дослідження щодо придатності різних сільськогосподарських культур як сидерального добрива (горох, кормові боби, люпин, гірчиця та суміші кормових бобів з горохом) були проведені вперше на Іванівській дослідній станції (сьогодні Іванівська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних

культур і цукрових буряків НААН) [4].

Заробку спеціальних посівів рослин, надземна маса яких частково або повністю заробляється у ґрунт, називають «сидерацією», а саму культуру сидератом. Під сидерацією слід розуміти заробку не тільки надземної маси, а й кореневої системи культури в орний шар ґрунту, тобто всієї рослинної біомаси. Заорювання надземної маси разом з кореневою системою рослини краще відображає суть сидерації [19].

Терміни «зелене добриво» та «сидеральне добриво», які використовуються для покривних культур, трактуються однаково в українській та англійській науковій літературі. Американська асоціація ґрунтознавців надає таке визначення терміну "зелене добриво" - це рослинний матеріал, який вноситься в ґрунт у зеленій або стиглій фазі для покращення стану ґрунту. Термін «сидерація», так само, як і «зелене добриво», є умовною назвою; в першому терміні відображається роль сонячного проміння (sidereus - що має відношення до небесних світил), а в другому - роль хлорофілоносних зелених органів рослин. Я. С. Крим [17] називав заорювання зеленої маси в ґрунт «зеленим угноєнням».

Для відновлення виснажених ґрунтів і підвищення їх родючості необхідний період відпочинку, в якому ґрунт залишається без вирощування або засівається культурою, яка зменшує або послаблює процес ґрунтової деградації [3]. Після вирощування соняшнику в степових зонах рекомендується використовувати головним чином чистий пар, в той час як в лісостепових зонах рекомендується використовувати ярі парозаймальні культури. Сидеральний пар, де вирощуються парозаймальні культури для використання як зелене добриво, також є важливим видом посіву [10]. Покривні культури додають біорізноманіття в систему землеробства і сприяють рециркуляції поживних речовин, таких як азот, фосфор, калій, кальцій, марганець і сірка, які накопичуються сидератами протягом вегетації. Використання різних культур як сидератів визначається їхніми біологічними особливостями та впливом на ґрунт. Наприклад, для підвищення вмісту азоту в ґрунті використовуються бобові культури, в той час як капустяні культури сприяють покращенню структурного стану кореневмісного шару та збільшенню рухливості сполук фосфору. Вплив зеленого добрива на потенційну родючість ґрунту, головним чином, залежить від обсягу біомаси, який вона заробляє в ґрунт [19]. Важливо відзначити, що сидеральні культури проявляють високу ефективність при використанні разом з мінеральними добривами. Наприклад, внесення $N_{120}P_{120}K_{120}$ при достатньому зволоженні ґрунту забезпечує приріст 0,49 т/га зеленої маси сидерату за добу. У сухі роки цей показник може знизитися на 10-18%.

На основі багаторічних досліджень підсумкові дані показують, що після вирощування бобових сидератів у кореневмісний шар ґрунту вноситься приблизно 6,4-8,0 т/га сухої речовини, 60-100 кг/га азоту, 40-60 кг/га P_2O_5 , 40-60 кг/га K_2O , 100-120 кг/га CaO і 40 кг/га MgO , в той час як після капустяних сидератів – вноситься приблизно 4,0–5,2 т/га сухої речовини, 40-60 кг/га азоту,

40-45 кг/га P_2O_5 , 30-40 кг/га K_2O , 40-60 кг/га CaO і 20-30 кг/га MgO [19].

Загалом використання сидератів в умовах гострого дефіциту органічних добрив дозволяє покращити баланс органічних речовин у ґрунті, стабілізувати його гумусовий стан, збільшити ємність балансу елементів живлення та покращити фізико-хімічні і біологічні властивості кореневмісного шару.

Актуальність теми. У ситуаціях, коли відчутний дефіцит органічних добрив, використання сидеральних культур надає можливість поліпшити баланс органічних речовин у ґрунтах, стабілізувати його гумусовий стан, підвищити здатність утримувати необхідні поживні елементи та покращити фізико-хімічні та біологічні характеристики кореневмісного шару. Проте залишається низка невирішених питань, таких як: вибір найкращої культури для вирощування та оптимальний спосіб її удобрення. Ця проблема особливо актуальна для Правобережного Лісостепу України, де раніше сидеральні пари не використовувалися через високий рівень виробництва та достатнє внесення органічних добрив. Наші дослідження спрямовані на вирішення цих питань.

З урахуванням сучасних глобальних змін клімату, які впливають на сільськогосподарське виробництво, важливо розв'язувати завдання з охорони родючості ґрунтів та підвищення продуктивності та стійкості агрофітоценозів з урахуванням ґрунтово-кліматичних особливостей зони. Це можна досягти завдяки комплексним заходам у сфері адаптивного ландшафтного землеробства, які, нарівні з відновленням родючості та захистом від ерозії, забезпечують збереження агроландшафтів та екологічну безпеку для людей. Тому важливо розробляти та впроваджувати сидеральну систему землеробства у сучасному сільському господарстві країни [19].

Мета досліджень. Мета наших досліджень полягає у визначенні ефективності різних видів сидеральних культур та різних доз добрив під них на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу.

Виклад основного матеріалу. Дослідження проводилися впродовж 2019-2021 років на Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, яка розташована в Калинівському районі Вінницької області. Територія станції характеризується наступними ґрунтовими типами: чорноземи типові, чорноземи опідзолені та вилугувані, сформовані на лесах та лесовидних відкладах. Більшість області має ґрунтоутворюючі породи, які знаходяться порівняно близько до поверхні і часто вкриті флювіогляціальними пісками [19].

Досліди проводилися на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому на лесі. Глибина гумусового профілю чорнозему опідзоленого становить 80-90 см, а вміст гумусу складає 3,1%. Реакція ґрунтового розчину слабо кисла ($pH_{\text{сол}} = 5,6-6,0$), гідролітична кислотність 1,5-2,5 смоль/кг ґрунту, а ступінь насиченості основами становить 85-93%. Кальцій складає близько 80% в обмінних катіонах. Чорнозем опідзолений займає 18% загальної площі зони Лісостепу України і є найбільш поширеним у Правобережній частині [19].

Клімат території станції є помірно теплим та вологим. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) становить 1,5-1,8. Середньодобова температура повітря підвищується понад +5°C у період з 6 по 10 квітня, в той час як в кінці жовтня – початку листопада середньодобова температура повітря опускається нижче +5°C. Перші заморозки на поверхні ґрунту спостерігаються в останній декаді вересня, а в повітрі - в першій декаді жовтня. На початку травня відмічаються останні заморозки на поверхні ґрунту, а в повітрі - в третій декаді квітня.

У роки проведення досліджень погодні умови на території Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції були посушливими. При цьому, середньомісячна температура упродовж вегетаційного періоду підвищувалася на 0,8-3,8°C, і спостерігалось зменшення загальної кількості опадів протягом вегетації порівняно з багаторічним середнім даними.

Методика проведення досліджень. Експериментальну частину роботи з вивчення ефективності внесення різних доз і видів мінеральних добрив під сидеральні пари проводили у короткотерміновому досліді. На зелене добриво культури висівали в нормі: горох – 300 кг/га, гірчицю білу – 20 кг/га, редьку олійну – 20 кг/га. За контроль був чистий пар. Кожну культуру удобрювали за такою схемою: 1) без добрив – контроль; 2) N₃₅; 3) P₃₅K₃₅; 4) N₃₅K₃₅; 5) N₃₅P₃₅; 6) N₃₅P₃₅K₃₅; 7) N₇₀P₃₅K₃₅.

Посівна площа дослідної ділянки 36 м² (3,6 м x 10 м), облікова – 25 м² (2,5 м x 10 м). Розміщення ділянок послідовне, повторність дослідів - триразова.

Сівбу сидератів проводили на початку квітня-середині травня залежно від видових особливостей досліджуваних культур – звичайним рядковим способом сівалкою СЗТ-3,6. Попередником була пшениця озима. Насіння капустияних культур перед сівбою обробляли протруйником Круїзер 350 FS проти чорної блішки з нормою 4 л/т. Для боротьби з бур'янами, застосовували досходове внесення гербіциду після сівби культури.

За настання фази цвітіння-початку утворення бобів гороху та стручків у капустияних культур сидерати скошували в другій декаді червня-першій декаді липня за допомогою мульчувальника МР 2,7. Заробку зеленої маси проводили плугом ПЛН-4-35 на глибину 25-27 см. Впродовж літа й початку осені ґрунт утримували у стані напівпару.

Відповідно до програми досліджень, у лабораторії масових аналізів були здійснені наступні виміри та аналізи: - визначення вмісту нітратного (N⁻NO₃⁻) та амонійного азоту (N⁻NH₄⁺) у ґрунті відповідно до ДСТУ 4729 [12]; - вимірювання кількості рухомих сполук фосфору і калію в ґрунті за методом Чирикова згідно з ДСТУ 4115 [4]; Визначення рН водної суспензії згідно з ДСТУ ISO 10390 [13]; Оцінка вмісту загального гумусу згідно з ДСТУ 4289 [11]; щодо визначення елементів продуктивності рослин сидеральних рослин, то були застосовані загальноприйняті методи [14].

Для обробки отриманих даних був використаний метод дисперсійного аналізу двохфакторного польового досліді з використанням пакету стандартних програм «Microsoft Excel 2003».

Результати експериментальних досліджень. Серед усіх сидератів, незалежно від внесених доз добрив, гірчиця біла демонструвала найбільш вражаючу ріст завдяки особливостям цього біотипу, тоді як найнижчий ріст спостерігався у гороху. Врожайність сидератів значною мірою була залежною від погодних умов (Табл. 1). Наприклад, у 2019 та 2020 роках у травні-червні випала велика кількість опадів, відповідно 149 і 199 мм, що перевищувало середньорічні норми в 142 мм, і це призвело до збільшення зеленої маси до 16,2-48,0 т/га.

У 2021 році після сівби гірчиці білої, редьки олійної та гороху спостерігалось погіршення погодних умов зі зниженням температури повітря та випаданням снігу, що затягнуло появу сходів капустианих культур і гороху на 20-25 днів і знизило їхню продуктивність до 14,5-36,0 т/га.

Таблиця 1

**Урожайність фітомаси сидератів перед заробкою в ґрунт залежно від
удобрення та культури**

Варіант досліджу		Рік дослідження			Середнє за три роки
Удобрення (чинник А)	Культура (чинник В)	2019	2020	2021	
		урожайність фітомаси, т/га			
Без добрив (контроль)	Горох	17,7	29,5	20,0	22,4
	Гірчиця біла	30,5	24,0	15,0	23,2
	Редька олійна	34,4	28,5	21,0	28,0
N ₃₅	Горох	23,4	34,0	22,5	26,6
	Гірчиця біла	33,5	32,0	17,5	27,7
	Редька олійна	36,5	36,5	25,5	32,8
P ₃₅ K ₃₅	Горох	25,0	36,5	23,0	28,3
	Гірчиця біла	34,0	28,5	17,0	26,5
	Редька олійна	36,2	31,5	27,5	31,7
N ₃₅ K ₃₅	Горох	27,2	35,0	21,5	27,9
	Гірчиця біла	34,5	34,0	24,1	30,9
	Редька олійна	37,9	38,0	22,0	32,6
N ₃₅ P ₃₅	Горох	27,5	37,5	30,0	31,7
	Гірчиця біла	35,5	34,5	27,0	32,3
	Редька олійна	42,3	39,0	24,5	35,3
N ₃₅ K ₃₅	Горох	30,0	38,5	26,5	31,7
	Гірчиця біла	38,4	35,5	28,0	34,0
	Редька олійна	44,8	43,0	27,0	38,3
N ₇₀ P ₃₅ K ₃₅	Горох	31,1	40,0	27,0	32,7
	Гірчиця біла	39,6	38,7	36,5	38,3
	Редька олійна	47,5	48,5	31,5	42,5
NIP ₀₅	2019 р.	A – 1,76; B – 1,52; AB – 4,02			
	2020 р.	A – 1,42; B – 1,20; AB – 3,18			
	2021 р.	A – 1,08; B – 0,93; AB – 2,43			

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Варто відмітити, що найстабільнішими у середньому за роки досліджень були врожаї фітомаси гороху. Також протягом років дослідження спостерігався скорочений період вегетації культур (явище неотенії), що може бути пояснене різким настанням теплої погоди (особливо в 2020 та 2021 роках).

Таким чином, погодні умови впливали на ріст і розвиток рослин, що, в свою чергу, впливало на накопичення фітомаси сидератів і залежало як від їхніх біологічних особливостей, так і від особливостей удобрення.

Як видно з даних, наведених у таблиці 1, внесення мінеральних добрив мало позитивний вплив на збільшення фітомаси сидератів. Наприклад, приріст фітомаси від внесення лише азотних добрив (N_{35}) та від спільного внесення калійних і фосфорних добрив ($P_{35}K_{35}$) був приблизно на однаковому рівні для гірчиці білої - 4,5 т/га і 3,3 т/га відповідно, редьки олійної - 4,8 т/га і 3,7 т/га відповідно, гороху - 4,2 т/га і 5,8 т/га відповідно. У той час, як комбінація калійних або фосфорних добрив з азотними привела до значущого збільшення накопичення зеленої маси. Найкращий приріст фітомаси сидератів за три роки спостерігався у випадку внесення подвійної дози азотних добрив на фосфорно-калійному фоні ($N_{70}P_{35}K_{35}$), а саме: гірчиця біла - 15,1 т/га, редька олійна - 14,5 т/га, горох - 10,3 т/га. Було виявлено, що вміст сухої речовини в фітомасі залежить від виду культури та внесення добрив і становить від 16,3% до 29,3%, а в кореневих залишках від 20,5% до 33,1%. Однак деякі вчені мають відмінні точки зору на це питання, пропонуючи різні варіанти відношення між вмістом сухої речовини у підземній і надземній частині рослин.

Урожайність сухої речовини біомаси сидератів залежно від удобрення в середньому за 2019-2021 роки наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

**Урожайність сухої речовини біомаси сидератів різних культур
(в середньому за 2019-2021 рр.)**

Варіант досліду	Сидерат		
	Горох	Гірчиця біла	Редька олійна
	урожайність сухої речовини, т/га		
Без добрив (контроль)	8,85	9,25	8,55
N_{35}	10,00	9,43	8,99
$P_{35}K_{35}$	10,84	10,18	9,06
$N_{35}K_{35}$	10,18	10,49	8,96
$N_{35}P_{35}$	11,32	11,65	9,75
$N_{35}P_{35}K_{35}$	11,41	12,42	10,25
$N_{70}P_{35}K_{35}$	11,35	12,18	10,39
$НІР_{05}$	2019 р.	Чинник А – 0,21; В – 0,18; АВ – 0,48	
	2020 р.	Чинник А – 0,19; В – 0,16; АВ – 0,42	
	2021 р.	Чинник А – 0,24; В – 0,20; АВ – 0,54	

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

У середньому за роки проведення досліджень отримано найбільший зріст сухої речовини при вирощуванні редьки олійної на фоні $N_{70}P_{35}K_{35}$ - 1,89 т/га або 22%, гороху і гірчиці білої на фоні $N_{35}P_{35}K_{35}$ - 2,61 т/га, 3,23 т/га відповідно, що становить 29% і 35% більше, ніж на контрольному варіанті без внесення під них добрив.

Отже, зі збільшенням дози добрив загальний вихід сухої речовини зростає, у той час як частка її вмісту в біомасі зменшувалася. Це свідчить про пряму залежність між дозою внесення мінеральних добрив і виходом сухої речовини ($R^2 = 0,77-0,89$ залежно від сидерату), а також про обернену залежність щодо вмісту у фітомасі ($R^2 = -0,54-0,79$) та підземній частині ($R^2 = -0,48-0,85$).

Дослідженнями встановлено, що удобрені культури сидерального пару збігаються за кількістю надходження органічної речовини в ґрунт із культурами, для яких внесення 35 кг/га добрив відповідає одному разу за 5 років. Ця норма є науково обґрунтованою для полів із чорноземом опідзоленим і підходить для вирощування гороху, при внесенні лише азотних добрив в дозі 35 кг/га добрив (Табл. 3).

Таблиця 3

Еквіваленти гною за надходженням у ґрунт сухої органічної речовини з біомасою сидератів залежно від їх удобрення (в середньому за 2019-2021 рр.)

Варіант досліджу	Сидерат		
	Горох	Гірчиця біла	Редька олійна
	еквіваленти гною, т/га		
Без добрив (контроль)	35	37	34
N_{35}	40	38	36
$P_{35}K_{35}$	43	41	36
$N_{35}K_{35}$	41	42	35
$N_{35}P_{35}$	45	46	39
$N_{35}P_{35}K_{35}$	45	49	41
$N_{70}P_{35}K_{35}$	45	49	41

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Редька олійна відзначалася меншим накопиченням сухої речовини, і для досягнення еквівалентної кількості органічної речовини потребувала внесення максимальної дози мінеральних добрив ($N_{70}P_{35}K_{35}$).

Річний приріст свіжої біомаси в ґрунті на глибині 0-30 см у розмірі 35 т/га, перерахований на суху речовину, забезпечує майже такий же рівень вмісту водорозчинного гумусу, що й на незмінених землях.

Важливим показником, що визначає рівень родючості ґрунту, є вміст гумусу. Однак за останні 130 років в Україні було втрачено до 25% гумусу, і передбачається подальше зменшення цього показника.

Було встановлено, що внесення різних доз і видів мінеральних добрив під

сидерати суттєво не вплинуло на вміст гумусу в ґрунті (Табл. 4).

Таблиця 4

**Вплив сидератів та їх удобрення на вміст гумусу в шарі ґрунту
0–40 см в осінній період (в середньому 2019-2021 рр.)**

Варіант удобрення (чинник А)	Шар ґрунту, см	Сидерат (чинник В)		
		Горох	Гірчиця біла	Редька олійна
		вміст гумусу, %		
Без добрив (контроль)	0-20	3,13	3,13	3,13
	20-40	3,08	3,08	3,08
N ₃₅	0-20	3,13	3,13	3,13
	20-40	3,08	3,08	3,08
P ₃₅ K ₃₅	0-20	3,14	3,14	3,14
	20-40	3,08	3,08	3,08
N ₃₅ K ₃₅	0-20	3,13	3,13	3,13
	20-40	3,08	3,08	3,08
N ₃₅ P ₃₅	0-20	3,14	3,14	3,14
	20-40	3,08	3,08	3,08
N ₃₅ P ₃₅ K ₃₅	0-20	3,14	3,14	3,14
	20-40	3,08	3,08	3,08
N ₇₀ P ₃₅ K ₃₅	0-20	3,14	3,14	3,14
	20-40	3,08	3,08	3,08

Примітка. Вміст гумусу в ґрунті під чистим паром у шарі 0-20 см – 3,08 %, у шарі 20-40 см – 3,05 %.

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

В умовах чистого пару спостерігалось зменшення гумусованості ґрунту, як в орному, так і в підорному його шарах, порівняно з сидеральними парами. Отримані результати досліджень підтверджуються даними інших дослідників [1, 16, 19] і пояснюються тим, що органічна речовина сидератів протягом першого року мінералізується на 60-80%, перетворюється в гумус (10-30%), входить у біомасу мікроорганізмів (3-8%) і залишається негуміфікованою приблизно в такій же кількості.

Внаслідок інтенсивного сільськогосподарського використання орних земель відбувається декальцинація ґрунтів. Цей процес є початком їх деградації, що призводить до підкислення ґрунтового розчину, втрати органічної речовини, погіршення агрофізичних параметрів і мікробіологічної активності ґрунтів, а також зниження (до 40%) ефективності внесених добрив та погіршення якості продукції.

Систематичне використання органічних добрив є ефективним заходом для оптимізації кислотно-основної рівноваги ґрунту. Механізм їхнього позитивного впливу залишається малодослідженим та суперечливим, оскільки основна їхня функція полягає в відтворенні органічної частини ґрунту. Дослідження показали, що сидерати майже не впливають на кислотність ґрунтового розчину чорноземів завдяки їхній високій буферній здатності.

З урахуванням вищезазначеного, визначено вплив мінеральних добрив, внесених під сидерати, на кислотність ґрунту (Табл. 5).

Таблиця 5

**Вплив удобрення сидератів на активну кислотність ґрунту
в шарі 0-20 см восени ($pH_{\text{вод}}$) (в середньому за 2019-2021 рр.)**

Варіант досліджу	Чистий пар	Сидерат		
		Горох	Гірчиця біла	Редька олійна
Без добрив (контроль)	6,5	6,7	6,6	6,5
N35	-	6,6	6,3	6,2
P35K35	-	6,8	6,6	6,4
N35K35	-	6,5	6,5	6,2
N35P35	-	6,7	6,4	6,3
N35P35K35	-	6,7	6,3	6,2
N70P35K35	-	6,6	6,4	6,3

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Встановлено, що величина активної кислотності ґрунту (pH водної суспензії) у шарі 0-20 см після різних парів у варіанті без внесення добрив коливалася в межах 6,5-6,9, як і в показниках на чистому парі - 6,5.

Протягом трьох років досліджень, після внесення мінеральних добрив під сидерати, рівень pH водного розчину ґрунту на момент сівби пшениці озимої змінювався від 6,2 до 7,0, залежно від конкретного варіанту експерименту. Це означає, що внесення сидератів до ґрунту сприяло нейтралізації негативного впливу фізіологічно кислих мінеральних добрив. Особливу різницю в показниках pH водного розчину ґрунту було виявлено при внесенні мінеральних добрив під сидеральний пар з редькою олійною.

Зниження активної кислотності ґрунту після вирощування сидератів пояснюється переміщенням кальцію з нижніх шарів кореневою системою рослин до орного шару ґрунту. Кореляційний аналіз показав, що існує слабкий зв'язок між значенням pH водного розчину ґрунту та надходженням кальцію в кореневмісний шар разом із біомасою сидератів для буркуну білого однорічного, гірчиці білої і редьки олійної (відповідно, $R^2=0,27$; $0,25$; $0,20$), помірний для гречки ($R^2=0,40$), і взагалі відсутній зв'язок для вики ярої ($R^2=0,02$).

Отже, вирощування сидератів призводить до переміщення кальцію з нижніх шарів до орного шару ґрунту, що призводить до зниження активної кислотності ґрунту.

Один з ключових показників екологічного стану і життєдіяльності ґрунту - це його біологічна активність. Інтегральним показником цієї активності є кількість виділеного вуглекислого газу, який вказує на інтенсивність «дихання» ґрунту та трансформацію органічної речовини. Іntenсивність біологічної активності ґрунту за цим показником залежить від типу ґрунту, вологості, температури, наявності органічної речовини та співвідношення вуглецю до азоту [16, 18].

Виявлено, що вид культури, використаний як зелене добриво, найбільше впливає на інтенсивність дихання ґрунту (Табл. 6).

Таблиця 6

Вплив удобрення сидератів на виділення C¹⁴CO₂ з ґрунту через два місяці після їх заробки (в середньому за 2019-2021 рр.)

Удобрення (чинник А)	Сидеральний пар (чинник В)		
	Горох	Гірчиця біла	Редька олійна
	виділення C ¹⁴ CO ₂ з ґрунту, мг/(м ² × год.)		
Без добрив (контроль)	545	514	500
N ₃₅	572	540	526
P ₃₅ K ₃₅	583	542	527
N ₃₅ K ₃₅	591	557	532
N ₃₅ P ₃₅	602	565	538
N ₃₅ P ₃₅ K ₃₅	605	574	553
N ₇₀ P ₃₅ K ₃₅	612	597	571

Примітка. Під чистим паром – 271 C¹⁴CO₂ мг/(м² × год.).

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

На контрольних ділянках (без добрив) найбільше виділення C¹⁴CO₂ з ґрунту, незалежно від удобрення, зафіксовано при вирощуванні сидерату вики ярої, і воно становило відповідно 545 мг/(м² × год.). Це пояснюється вищим вмістом азотних сполук у біомасі цих рослин порівняно з іншими досліджуваними культурами, тому більша частина органічної речовини споживається мікроорганізмами та інтенсивніше мінералізується.

Внесення мінеральних добрив призводило до підвищення емісії вуглекислого газу (C¹⁴CO₂) у ґрунт. Використання лише азотних (N₃₅) або фосфорних та калійних добрив (P₃₅K₃₅) спричиняло подібний приріст інтенсивності дихання ґрунту після гірчиці, де він становив 5-6%, та редьки, де цей показник дорівнював 5%.

Внесення повних мінеральних добрив (N₃₅P₃₅K₃₅) викликало значний ріст емісії C¹⁴CO₂. Експеримент з подвійною дозою азотних добрив на фосфорно-калійному фоні (N₇₀P₃₅K₃₅) в середньому за три роки забезпечив найбільше виділення вуглекислого газу під час розкладання рослинної маси: 16% для гірчиці білої, 14% для редьки олійної та 12% для гороху.

Порівняно з удобреними сидератами, вирощування сидератів на чистому парі призводило до зниження виділення вуглекислого газу в 1,9-2,3 рази. Це підтверджує результати досліджень інших вчених.

Отже, внесення мінеральних добрив під сидерати підсилює емісію вуглекислого газу, і найбільший вплив на цей показник має азотна складова повного мінерального добрива. Підвищення дози азотних добрив до 70 кг/га д.р. було ефективним для гірчиці білої та редьки олійної. У вирощуванні гороху можна обійтися внесенням лише N₃₅P₃₅, що призводить до збільшення емісії C¹⁴CO₂ на 10-11% порівняно із сидерацією без мінеральних добрив.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Внесення мінеральних добрив мало позитивний вплив на збільшення фітомаси сидератів. Приріст фітомаси від внесення лише азотних добрив (N₃₅) та від спільного внесення

калійних і фосфорних добрив ($P_{35}K_{35}$) був приблизно на однаковому рівні для гірчиці білої - 4,5 т/га і 3,3 т/га відповідно, редьки олійної - 4,8 т/га і 3,7 т/га відповідно, гороху - 4,2 т/га і 5,8 т/га відповідно. Найкращий приріст фітомаси сидератів за три роки спостерігався у випадку внесення подвійної дози азотних добрив на фосфорно-калійному фоні ($N_{70}P_{35}K_{35}$), а саме: гірчиця біла - 15,1 т/га, редька олійна - 14,5 т/га, горох - 10,3 т/га. Вміст сухої речовини в фітомасі залежить від виду культури та внесення добрив і становить від 16,3% до 29,3%, а в кореневих залишках від 20,5% до 33,1%. Зі збільшенням дози добрив загальний вихід сухої речовини зростає, у той час як частка її вмісту в біомасі зменшувалася. Це свідчить про пряму залежність між дозою внесення мінеральних добрив і виходом сухої речовини ($R^2 = 0,77-0,89$ залежно від сидерату), а також про обернену залежність щодо вмісту у фітомасі ($R^2 = -0,54-0,79$) та підземній частині ($R^2 = -0,48-0,85$).

Було встановлено, що внесення різних доз і видів мінеральних добрив під сидерати суттєво не вплинуло на вміст гумусу в ґрунті. Вирощування сидератів призводить до переміщення кальцію з нижніх шарів до орного шару ґрунту, що призводить до зниження активної кислотності ґрунту.

Список використаних джерел

1. Бульо В.С., Сорочинський В.В., Оліфір Ю.М. Роль нетрадиційних органічних добрив у регулюванні родючості сірих лісових ґрунтів. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2008. Вип. 50. С. 12-20.
2. Господаренко Г. М. Еколого-агрономічне значення сидеральних парів. “Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства”: *Збірник тез III Міжсвузівської наукової конференції з міжнародною участю*. Умань, 2012. С. 23-26.
3. Гребенюк І.В. Мінімілізація обробітку ґрунту серед наукових розробок Б.М. Рожественського. Особистість С.Ф. Третьякова в формуванні засад сучасного екологічного землеробства: мат. між. наук.-практ. конференції присвяченої С.Ф. Третьякову (м. Полтава, 13-14 травня 2014 року). За ред. А.В. Кохан, І.В. Колісник. Полтава, 2014. С. 29-30.
4. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова: ДСТУ 4115: 2002. [Чинний від 2003-01-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2003. 9 с. (Національний стандарт України).
5. Денисюк Г.І., Ситник О.І. Міжзональний геоекотон «Лісостеп-степ» Правобережної України. Вінниця: ПП «ТД» «Едельвейс і К», 2012. 217 с.
6. Макарова Г.А., Глущенко М.К., Вакуленко Ю.В. Сидерація як фактор підвищення родючості ґрунтів. *Науково-методичний журнал*. 2008. Т. 81. Вип. 68. С. 51-54.
7. Друз'як В.Г., Робу В.Т., Кириленко В.М. Перспективи застосування сидеральних культур в сівозмінах Південного Степу. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2008. Вип. 46. С. 70-84.

8. Дегодюк Е.Г. Басейновий метод – основа для забезпечення відтворення родючості ґрунтів. Агрохімія і ґрунтознавство. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Спец. вип. Книга 3. Охорона ґрунтів від ерозії і техногенного забруднення, рекультивація, агрохімія, біологія ґрунтів. Харків: ТОВ «Смуґаста типографія», 2014. С. 23-24.

9. Демиденко О.В., Шаповал І.С. Рекомендації по застосуванню посівів на сидерати та самосидерація в сучасних сівозмінах. Черкаси: Черкаська ДСДС, 2012. 19 с.

10. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Бутило А.П., Опришко В.П. Землеробство: підруч.; За ред. В. О. Єщенка. К.: Лазурит-Полиграф, 2013. 376 с.

11. ДСТУ 4289: 2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини. [Чинний від 2005-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 16 с. (Національний стандарт України).

12. ДСТУ 4729 : 2007. Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського. [Чинний від 2008-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 14 с. (Національний стандарт України).

13. ДСТУ ISO 10390 : 2007. Якість ґрунту. Визначення рН. [Чинний від 2009-10-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2007. 12 с. (Національний стандарт України).

14. ДСТУ ISO 11465-2001. Якість ґрунту. Визначання сухої речовини та вологості за масою. Гравіметричний метод. [Чинний від 2003-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2001. 10 с. (Національні стандарти України).

15. Писаренко В.В. та ін. Еколого-економічна ефективність використання сидератів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 3. С. 122-126.

16. Єфіменко Д.Я., Несін І.В. Вплив посівів гречки на поліпшення стану ґрунтів. *Зб. наук. праць «Охорона ґрунтів»: мат. міжн. наук.-практ. конф. «Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу держави»*. 2014. Вип. 1. С. 245-248.

17. Крим Я.С. Зелене угноєння. Держсільгоспвидав, 1932. 36 с.

18. Трембіцька О.І. Біологічна активність ґрунту в залежності від систем добрив в короткоротаційній сівозміні. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2011. № 1 (28). С. 441-449.

19. Цицюра Я.Г., Неїлик М.М., Дідур І.М., Поліщук М.І. Сидерація як базова складова біологізації сучасних систем землеробства. Монографія. Вінниця. ТОВ «Друк», 2022. 770 с.

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Bulo V.S., Sorochynskyi V.V., Olifir Yu.M. (2008). Rol netradytsiinykh orhanichnykh dobryv u rehuliuванні rodiuchosti sirykh lisovykh gruntiv [*The role of non-traditional organic fertilizers in regulating the fertility of gray forest soils*]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo – Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*. Issue. 50. 12-20. [in Ukrainian].

2. Hospodarenko H.M. (2012). Ekoloho-ahronomichne znachennia syderalnykh pariv "Ekolohiia – shliakhy harmonizatsii vidnosyn pryrody ta suspilstva" [*Ecological and agronomic value of sidereal vapors. "Ecology - ways of harmonizing relations between nature and society"*]: Zbirnyk tez III Mizhvuzivskoi naukovoï konferentsii z mizhnarodnoiu uchastiu – *Collection of theses of the 3rd Interuniversity Scientific Conference with international participation*. Uman, 23-26. [in Ukrainian].

3. Hrebeniuk I.V. (2014). Minimilizatsiia obrobtku gruntu sered naukovykh rozrobok B. M. Rozhestvenskoho [*Minimization of soil cultivation among scientific developments B.M. Rozhestvenskyi*]. Osobystist S. F. Tretiakova v formuvanni zasad suchasnoho ekolohichnoho zemlerobstva: mat. mizh. nauk.-prakt. konferentsii prysviachenoï S.F. Tretiakovu (m. Poltava, 13–14 travnia 2014 roku) / Za red. A.V. Kokhan, I.V. Kolisnyk. Poltava, 29-30. [in Ukrainian].

4. Grunty. (2003). Vyznachennia rukhomykh spoluk fosforu i kaliuu za modyfikovanim metodom Chyrykova [*Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by the modified Chirikov method*]: DSTU 4115 : 2002. [Chynnyi vid 2003-01-01]. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (Natsionalnyi standart Ukrainy). [in Ukrainian].

5. Denysiuk H.I., Sytnyk O.I. (2012). Mizhzonalnyi heoekoton «Lisostep-step» Pravoberezhnoi Ukrainy [*Interzonal geocotone "Forest-steppe-steppe" of Right Bank Ukraine*]. Vinnytsia: PP «TD» «Edelweis i K». [in Ukrainian].

6. Makarova H.A., Hlushchenko M.K., Vakulenko Yu.V. (2008). Syderatsiia yak faktor pidvyshchennia rodiuchosti gruntiv [*Sideration as a factor in increasing soil fertility*]. *Naukovo-metodychnyi zhurnal – Scientific and methodical magazine*. Vol. 81. Issue. 68. 51-54. [in Ukrainian].

7. Druziak, V.H., Robu, V.T. & Kyrylenko, V.M. (2008). Perspektyvy zastosuvannia syderalnykh kultur v sivozminakh Pivdennoho Stepu [*Prospects for the use of sidereal crops in crop rotations of the Southern Steppe*]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomia – Agrarian Bulletin of the Black Sea Coast*. Issue 46. 77–84 [in Ukrainian].

8. Dehodiuk E.H. (2014). Baseinovyï metod – osnova dlia zabezpechennia vidtvorennia rodiuchosti gruntiv [*The basin method is the basis for ensuring reproduction of soil fertility*]. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo. Mizhvidomchy`j tematy`chny`j naukovy`j zbirny`k. – Agrochemistry and soil science. Interdepartmental thematic scientific collection. Spec. issue Book*. Issue. Knyha 3. Okhorona gruntiv vid erozii i tekhnohennoho zabrudnennia, rekultyvatsiia, ahrokhimiia, biolohiia gruntiv. Kharkiv: TOV «Smuhasta typohrafiia». 23-24. [in Ukrainian].

9. Demydenko O.V., Shapoval I.S. (2012). Rekomendatsii po zastosuvanniu posiviv na syderaty ta samosyderatsiia v suchasnykh sivozminakh [*Recommendations for the use of siderate crops and self-sideration in modern crop rotations*]. Cherkasy: Cherkaska DSDS. [in Ukrainian].

10. Ieshchenko V.O., Kopytko P.H., Butylo A.P., Opryshko V.P. (2013). Zemlerobstvo [*Agriculture*]: pidruch.; Za red. V. O. Yeshchenka. K.: Lazuryt-

Polyhraf. [in Ukrainian].

11. DSTU 4289: 2004. (2005). Yakist gruntu. Metody vyznachennia orhanichnoi rehovyny [*Soil quality. Methods of determination of organic matter*]. [Chynnyi vid 2005-07-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (Natsionalnyi standart Ukrainy). [in Ukrainian].

12. DSTU 4729 : 2007. (2008). Yakist gruntu. Vyznachennia nitratnoho i amoniinoho azotu v modyfikatsii NNTs IHA im. O. N. Sokolovskoho [*Soil quality. Determination of nitrate and ammonium nitrogen in the modification of the NSC IHA named after O.N. Sokolovskyi*]. [Chynnyi vid 2008-01-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 14. (Natsionalnyi standart Ukrainy). [in Ukrainian].

13. DSTU ISO 10390 : (2007). Yakist gruntu. Vyznachennia rN. [*Soil quality. Determination of pH*]. [Chynnyi vid 2009-10-01]. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (Natsionalnyi standart Ukrainy). [in Ukrainian].

14. DSTU ISO 11465-2001. Yakist gruntu. Vyznachennia sukhoi rehovyny ta volohosti za masoiu. Hravimetrychnyi metod [*Soil quality. Determination of dry matter and moisture by mass. Gravimetric method*]. [Chynnyi vid 2003-01-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 10. (Natsionalni standarty Ukrainy). [in Ukrainian].

15. Pysarenko V.V. ta in. (2012). Ekoloho-ekonomichna efektyvnist vykorystannia syderativ [*Environmental and economic efficiency of using siderates*]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. № 3. 122-126. [in Ukrainian].

16. Iefimenko D.Ya., Nesin I.V. (2014). Vplyv posiviv hrechky na polipshennia stanu hruntiv [*The influence of buckwheat crops on soil improvement*] *Zb. nauk. prats «Okhorona gruntiv»: mat. mizhn. nauk.-prakt. konf. «Ahrokhimichna sluzhba Ukrainy – Coll. of science works "Soil protection": mat. international science and practice conf."Agrochemical Service of Ukraine: rol i mistse v rozvytku ahropromysloвого комплексу derzhavy»*. Kyiv. Issue. 1. 245-248. [in Ukrainian].

17. Krym Ya.S. (1932). Zelene uhnoiennia [*Green manure*]. Derzhsilhospydav. [in Ukrainian].

18. Trembitska O.I. (2011). Biolohichna aktyvnist gruntu v zalezhnosti vid system dobryv v korotkorotatsiinii sivozmini [*Biological activity of soil depending on fertilizer systems in short-rotation crop rotation*]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu – Bulletin of the Zhytomyr National Agroecological University*. № 1 (28). 441-449. [in Ukrainian].

19. Tsytsiura Ya.H., Neilyk M.M., Didur I.M., Polishchuk M.I. (2022). Syderatsiia yak bazova skladova biolohizatsii suchasnykh system zemlerobstva [*Sideration as a basic component of biologization of modern farming systems*]. Monohrafiia. Vinnytsia. TOV «Druk». [in Ukrainian].

ANNOTATION

THE EFFECT OF GREEN FERTILIZERS ON THE PHYSICO-CHEMICAL INDICATORS OF THE BLACK SOIL DROPPED IN THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE IN THE RIGHT BANK FOREST STEPPE OF UKRAINE

The publication presents the results of three-year studies on the study of the influence of fertilizer options on the features of the formation of phytomass of sider crops, namely: white mustard, oil radish and peas, as well as the improvement of the quality indicators of podzolized chernozem in the conditions of climate change of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine.

The soil and climatic conditions of Vinnytsia are favorable for the cultivation of all agricultural crops, including side crops of peas, white mustard and oil radish, while the highest phytomass increases are provided by oil radish crops, the growing season of 2020 turned out to be more favorable for the formation of elements of the productivity of side crops. and the lowest productivity values of sideral crops were obtained for growing them in the conditions of the growing season of 2019.

Application of mineral fertilizers had a positive effect on increasing the phytomass of siderates. Phytomass growth from the application of only nitrogen fertilizers (N_{35}) and from the joint application of potassium and phosphorus fertilizers ($P_{35}K_{35}$) was approximately at the same level for white mustard – 4,5 tons per hectare and 3.3 tons per hectare, respectively, oil radish - 4,8 tons per hectare and 3,7 tons per hectare, respectively, peas – 4,2 tons per hectare and 5,8 tons per hectare, respectively.

The best increase in phytomass of siderates over three years was observed in the case of applying a double dose of nitrogen fertilizers on a phosphorus-potassium background ($N_{70}P_{35}K_{35}$), namely: white mustard – 15,1 tons per hectare, oil radish – 14,5 tons per hectare, peas – 10,3 tons per hectare.

The content of dry matter in phytomass depends on the type of culture and fertilization and ranges from 16,3 % to 29,3 %, and in root residues from 20,5 % to 33,1 %. With an increase in the dose of fertilizers, the total yield of dry matter increased, while the share of its content in biomass decreased. This indicates a direct relationship between the dose of mineral fertilizers and the yield of dry matter ($R^2= 0,77-0,89$ depending on the siderate), as well as an inverse relationship with respect to the content in phytomass ($R^2= -0,54-0,79$) and the underground part ($R^2= -0,48-0,85$).

It was established that the introduction of different doses and types of mineral fertilizers under siderates did not significantly affect the content of humus in the soil.

Cultivation of siderates leads to the movement of calcium from the lower layers to the arable layer of the soil, which leads to a decrease in the active acidity of the soil.

Key words: *sider crops, green manure, chernozem gilded, organic matter, humus, acidity, intensity of soil respiration.*

Table 6. Lit. 19.

Інформація про авторів

Поліщук Михайло Іванович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії, факультету агрономії садівництва та захисту рослин, навчально-наукового інституту агротехнологій та природокористування ВНАУ (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3; e-mail: polishchuk.mikhaylo@ukr.net).

Мачок Іван Олександрович – магістр першого року денної державної форми навчання факультету агрономії садівництва та захисту рослин, навчально-наукового інституту агротехнологій та природокористування ВНАУ

(21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3; e-mail: vanamacok1@gmail.com).

Polishchuk Mikhaylo Ivanovych – candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of agriculture, soil science and agrochemistry, faculty of agronomy, horticulture and plant protection, educational and scientific institute of agricultural technologies and nature management of VNAU (21008, Vinnytsya, St. Sonyachna, 3, e-mail: polishchuk.mikhaylo@ukr.net).

Machok Ivan Oleksandrovyh – master of the first year of full-time state education at faculty of agronomy, horticulture and plant protection, educational and scientific institute of agricultural technologies and nature management of VNAU (21008, Vinnytsia, St. Sonyachna, 3, e-mail: vanamacok1@gmail.com).