

ВПЛИВ ЕКОЛОГІЗОВАНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА РОДЮЧІСТЬ СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

О.Л. Дубицький¹, О.Й. Качмар², А.О. Дубицька³, О.В. Вавринович⁴

¹кандидат біологічних наук

²⁻⁴кандидати сільськогосподарських наук

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл., 81115, Україна

e-mail: ¹dubitsky27@ukr.net, ²oksanaostrowska@ukr.net,

³dubitskaangelina@ukr.net, ⁴vavrynovychoksana@gmail.com

ORCID: ¹0000-0002-8293-4119, ²0000-0002-0382-6030,

³0000-0002-5685-0237, ⁴0000-0003-3466-1432

Надійшла 20.05.2021

Мета. Вивчити вплив екологізованих систем удобрення (ЕСУ) на фізико-хімічні, агрохімічні та біохімічні показники родючості сірого лісового ґрунту та врожайність пшениці озимої. **Методи.** Польовий — для визначення впливу ЕСУ на фізико-хімічні, агрохімічні та біохімічні властивості сірого лісового ґрунту; лабораторний — для встановлення кількісних і якісних характеристик ґрунтового середовища; порівняльно-розрахунковий — для зіставлення рівнів урожайності пшениці озимої; математико-статистичний — для обґрунтування вірогідності результатів. **Результати.** Узагальнено особливості формування фізико-хімічних показників ґрунту за умов ЕСУ. На фоні соломи гороху (блок I) ЕСУ сприяли підлужненню ґрунту ($pH_{(КСІ)}$) на 0,25–0,29 од. щодо контролю, що істотно підвищувало вміст Ca^{2+} і Mg^{2+} — на 12–32%, відносно контролю. Системи удобрення на фоні $N_{60}P_{90}K_{90}$ (блок II) з додаванням гумусного добрива (ГД) або післядії гною знижували негативний ефект підкислення ґрунту, спричинений застосуванням $N_{60}P_{90}K_{90}$, та сприяли стабілізації вмісту Ca^{2+} і Mg^{2+} у ньому. ЕСУ з додаванням ГД на фоні соломи або за умов внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$ на фоні післядії гною відчутно поліпшували поживний режим, збільшували вміст рухомої і водорозчинної органічної речовини та посилювали розкладання лляної тканини на 37–49%, порівняно з контролем. Використання ЕСУ на основі соломи гороху забезпечувало врожайність пшениці озимої на рівні 3,96–4,28 т/га. В умовах ЕСУ з використанням $N_{60}P_{90}K_{90}$ на фоні післядії гною або сумісно з ГД врожайність пшениці озимої була в межах 5,31–5,42 т/га. **Висновки.** За умов вирощування пшениці озимої на сірому лісовому ґрунті значно поліпшилися показники родючості та зросла врожайність культури, особливо, у разі застосування ЕСУ: ГД на фоні соломи гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + біостимулятор, а також $N_{60}P_{90}K_{90}$ + БС на фоні післядії гною.

Ключові слова: гумусне добриво, органічна речовина, мікробіологічна активність, структура ґрунту, біологізація.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202109-08>

Однією з найважливіших властивостей ґрунту є його родючість, яка формується в процесі ґрунтоутворення й характеризується сукупністю всіх його показників. Оптимальні умови росту і розвитку рослин забезпечуються завдяки усьому комплексу фізичних, агрохімічних біологічних властивостей ґрунту, які зазнають значного антропогенного впливу. Відновлення родючості ґрунту та її збереження має бути першочерговим завданням сучасного землеробства, оскільки воно є одним із важливих резервів збільшення виробництва сільськогосподарської продукції [1, 2]. Збереження і підвищення родючості сірих лісових ґрунтів, збереження екологічної стабільності — важливе завдання сучасного землеробства. Нині є певні застереження, щодо погіршення родючості ґрунтів: зменшилися запаси органічної речовини та азоту, знизилася мікробіологічна активність, відбувається руйнування структури ґрунту та його ущільнення. Крім того, є небезпека погіршення якості отриманої продукції [3].

З огляду на це в країнах з розвинутим сільським господарством переходять на спеціальні системи сільськогосподарського виробництва, основані на біологізації та екологічних принципах [4, 5]. Особливо актуальною залишається проблема раціонального використання і підвищення родючості та біопродуктивності ґрунтів.

Нині перспективним стає використання побічної продукції як органічних добрив (соломи, гички, рослинних залишків), сидератів [6, 7], а також елементів «тихих технологій»: гумусних, мікробіологічних, хелатних добрив, рістрегулювальних речовин. Тому актуальним постає питання поліпшення параметрів основних фізико-хімічних, агрохімічних і біологічних показників ґрунту за цих умов, які є базовими елементами родючості ґрунту, забезпечують оптимальне живлення, ріст і розвиток сільськогосподарських культур [8, 9]. Процес поліпшення родючості ґрунту тісно пов'язаний зі збільшенням кількості поживних речовин, зокрема в рухомих формах [10]. Велике значення під час створення ефективної родючості ґрунту відіграють рухомі (лабільні) органічні речовини, а також водорозчинні органічні речовини [11, 12]. Слід зазначити про

важливу роль у синтезі та розкладанні органічних сполук мікроорганізмів, ферменти яких каталізують відповідні біохімічні перетворення, що розкриває механізми функціонування біологічної складової ґрунту [13, 14]. Крім того, реакція ґрунтового розчину, яка є «фоном» ґрунту, впливає на розвиток ґрунтових мікроорганізмів, спрямованість хімічних процесів, засвоєння рослинами поживних речовин, їх ріст і розвиток [15].

Однак відомості про зміни цих параметрів родючості ґрунту за екологізованих систем удобрення є вкрай обмежені.

Мета досліджень — вивчити вплив екологізованих систем удобрення на фізико-хімічні, агрохімічні, біохімічні показники родючості сірого лісового ґрунту та врожайність пшениці озимої.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили протягом 2017–2020 рр. в умовах довготривалого стаціонарного досліду Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, занесеного до переліку «Стаціонарних польових дослідів України» (атестат № 31 від 2014 р.), розміщеного в с. Ставчани Пустомитівського району Львівської обл. (49°51' п.ш. 23°51' с.д.) у полі пшениці озимої *Triticum aestivum* L., висіяної після гороху на зерно (*Pisum sativum* L.). Сорт пшениці — Бенефіс. Схема досліду містила 7 варіантів: 1) контроль (без добрив); 2) солома гороху; 3) солома + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС; 4) солома + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС + ГД; 5) $N_{60}P_{90}K_{90}$ + БС; 6) $N_{60}P_{90}K_{90}$ + БС + післядія гною; 7) $N_{60}P_{90}K_{90}$ + БС + ГД.

Варіанти, скомпоновані на основі соломи + $N_{30}P_{45}K_{45}$, умовно позначаємо блок I, $N_{60}P_{90}K_{90}$ — блок II. Гумусне добриво (ГД) вносили восени під час заорювання соломи в дозі 3 л/га; біостимулятор (БС) вносили двічі за вегетацію (весняне кушення та стрілкування, в дозі 0,5 л/га).

ГД Еко-імпульс (біологічно активний препарат) — концентрований водний розчин солей гумінових кислот з масовою часткою органічних речовин — 43,5%, золи — 56,5%. Препарат поліпшує родючість ґрунту, його екологічний стан — зв'язує продукти техногенного забруднення, запобігає накопиченню нітратів у рослинній продукції, активізує дозрівання, збільшення врожаю та підвищує його якість.

БС Терра-сорб сприяє стійкості до стресів — посухи, холоду, спеки, пом'якшує дію гербіцидів і фунгіцидів. Склад препарату: загальна кількість органічних речовин — 25%; амінокислот — 20; загальна кількість N — 5,5; B — 1,5; Fe — 1,0; Mg — 0,8; Zn і Mn — по 0,1; Mo — 0,001%.

Ґрунт дослідної ділянки — сірий лісовий поверхнево оглеєний легкосуглинковий. Перед закладанням досліду визначено фізико-хімічні та агрохімічні показники ґрунту: рН сольове — 4,85; гідролітична кислотність — 2,58 мг-екв; сума ввібраних основ — 5,52 мг-екв/100 г ґрунту; ступінь насичення основами — 67,7%; уміст азоту за Корнфільдом — 9,8; доступного фосфору й обмінного калію за Кірсановим — 10,8 та 8,7 мг/100 г ґрунту; рівень загального гумусу за Тюріним у модифікації Нікітіна — 2,1%.

Проводили визначення: рН_{KCl} — потенціометричним методом за ДСТУ ISO 10390-2001; гідролітичної кислотності — за титриметричним методом за Каппеном у модифікації ЦІНАО, ГОСТ 26212-91; умісту Ca²⁺, Mg²⁺ — трилонометричним методом; рухомого фосфору та рухомого калію — за ДСТУ 4115-2002; легкогідролізованого

азоту — за ДСТУ 4729; умісту загального гумусу — за ДСТУ 4289:2004; умісту рухомої органічної речовини — за ДСТУ 47326:2007; водорозчинної органічної речовини — за ДСТУ 4731:2007; целюлозолітичної активності — методом аплікації за Мішустіним та Востровим; протеазної активності — за Вавуло, облік урожаю — за Доспеховим.

Результати досліджень та їх обговорення. Агроєкологічну оцінку ґрунтів виконують за комплексом показників ґрунтових режимів, серед яких важливе місце відводять реакції ґрунтового розчину (рН_{KCl}, гідролітична кислотність), вмісту кальцію та магнію — істотному чиннику оптимізації стану ґрунтового вбирного комплексу.

Наведені результати свідчать, що застосування мінеральних добрив у дозі N₆₀P₉₀K₉₀ призводить до загального підкислення ґрунту на 0,1 од. щодо контролю (табл. 1). Використання фізіологічно кислих добрив у посівах пшениці озимої призводить до погіршення кислотного режиму сірого лісового ґрунту з підвищенням гідролітичної кислотності на 0,1 мг-екв/100 г ґрунту. У разі використання як попередника пшениці озимої соломи гороху або соломи гороху

1. Зміна фізико-хімічних показників ґрунту за екологізованих систем удобрення під пшеницею озимою (2017–2020 рр.), шар ґрунту 0–30 см

№ варіанта	Система удобрення	рН _{KCl}	Нг	Обмінний	
				кальцій (Ca ²⁺)	магній (Mg ²⁺)
мг-екв/100 г ґрунту					
1	Контроль (без добрив)	4,87	2,78	4,24	0,36
		4,83	2,79	4,20	0,35
2	Солома гороху	5,12	2,46	4,82	0,68
		5,14	2,44	4,86	0,68
3	Солома + N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + БС	5,06	2,52	4,72	0,46
		5,04	2,56	4,68	0,62
4	Солома + N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + БС+ ГД	5,16	2,42	5,30	0,79
		5,13	2,45	5,26	0,74
5	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀ + БС	4,77	2,88	4,28	0,42
		4,79	2,81	4,30	0,44
6	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀ + БС + післядія гною	5,24	2,38	6,24	0,78
		5,25	2,37	6,25	0,68
7	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀ + БС + ГД	5,04	2,45	5,66	0,72
		5,02	2,47	5,90	0,60
HIP _{0,05}		0,2	0,2	0,3	0,1

сумісно з $N_{30}P_{45}K_{45}+BC+ГД$ величина pH_{KCl} ґрунту підвищилася на 0,25–0,27 од. щодо контролю. Показники гідролітичної кислотності зменшилися до рівня 2,45–2,52 мг-екв/100 г ґрунту. Попередник, у цьому випадку солома гороху, до певної міри нормалізує кислотно-обмінні процеси. Солома гороху містить у своєму складі підвищений уміст кальцію та магнію порівняно з соломою зернових культур, тому є хорошим біологічним меліорантом. Відповідно вміст кальцію і магнію в ґрунті за цих умов підвищився до рівня 5,50 та 6,09 мг-екв/100 г ґрунту, що на 10–32% вище, ніж на контролі (див. табл. 1).

За вирощування пшениці озимої на фоні мінерального удобрення $N_{60}P_{90}K_{90} + BC +$ післядія гною відбувається підлужнення ґрунтового розчину, що виявляється у зростанні pH_{KCl} та зменшенні гідролітичної кислотності на фоні збільшення вмісту кальцію та магнію на 1,68 мг-екв/100 г ґрунту щодо варіанта 5 ($N_{60}P_{90}K_{90}$). Введення у систему удобрення ГД ($N_{60}P_{90}K_{90} + BC +$ ГД) зумовило підлужнення ґрунту на 0,27 од. щодо мінерального фону (див. табл. 1).

Отже, формування параметрів кислотності сірого лісового ґрунту у межах досліду

під пшеницею озимою свідчить про підлужнення ґрунтового розчину за систем удобрення на фоні соломи гороху. Вирощування пшениці озимої на фоні лише мінерального удобрення призводить до підкислення ґрунту та зменшення відповідно вмісту кальцію та магнію. Введення у систему удобрення органічного компонента сприяє зниженню цих негативних явищ.

Одним із важливих показників родючості ґрунту є наявність живлення у доступній формі для рослин. Дослідженнями встановлено, що вміст легкогідролізованого азоту ($N_{лг}$) у контрольному варіанті був на рівні 93,2 мг/кг (табл. 2). Внесення соломи гороху під пшеницю озиму незначно підвищило вміст $N_{лг}$ щодо контролю. За екологізованих систем удобрення на фоні соломи гороху виявлено підвищення цієї форми азоту щодо контролю на 16–21%.

Використання мінерального удобрення на фоні післядії гною або сумісно з гумусним добривом забезпечувало найвищий вміст легкогідролізованих сполук у ґрунті — 128,4–133,5 мг/кг, що більше порівняно з контролем у 1,3 раза.

Найменший вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті був у варіанті без удобрення

2. Вплив екологізованих систем удобрення на агрохімічні показники сірого лісового ґрунту під пшеницею озимою (2017–2020 рр.), шар ґрунту 0–30 см

№ варіанта	Система удобрення	Легкогідролізований азот $N_{лг}$	P_2O_5	K_2O
		мг/кг		
1	Контроль (без добрив)	93,2	99,6	87,3
		82,1	81,2	75,6
2	Солома гороху	95,0	98,2	92,5
		88,5	83,5	77,2
3	Солома + $N_{30}P_{45}K_{45} + BC$	110,3	124,6	108,4
		92,4	103,8	88,4
4	Солома + $N_{30}P_{45}K_{45} + BC + ГД$	117,4	128,4	111,8
		96,2	110,7	91,2
5	$N_{60}P_{90}K_{90} + BC$	122,0	131,2	116,4
		104,5	111,3	96,3
6	$N_{60}P_{90}K_{90} + BC +$ післядія гною	133,5	137,4	120,1
		112,6	118,2	98,1
7	$N_{60}P_{90}K_{90} + BC + ГД$	128,4	130,3	117,8
		109,5	111,7	97,7
HIP _{0,05}		9,6	11,8	9,4

(99,6 мг/кг). За поєданого застосування соломи гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС + ГД їх уміст помітно підвищився до рівня 128,4 мг/кг. Використання мінерального удобрення $N_{60}P_{90}K_{90}$ підвищувало їх уміст до 131,2 мг/кг (див. табл. 2).

Сумісне внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$ + БС на фоні післядії гною забезпечувало найвищий уміст рухомих сполук фосфору. За системи удобрення варіанта 7 їх уміст був на рівні мінеральної системи удобрення і становив, відповідно, 130,3 мг/кг ґрунту (див. табл. 2).

Найпомітніші зміни вмісту рухомого калію у наших дослідженнях були за систем удобрення, сформованих на фоні соломи гороху. Вища концентрація калію — у варіанті 4 і становила в період куцнення 111,8 мг/кг, що більше на 23%, ніж на контролі. За систем удобрення на мінеральному фоні (варіанти 6 і 7) рівень калію не зазнав істотних підвищень щодо варіанта 5.

Рослини пшениці озимої за екологізованих систем удобрення посилено витратили рухомі фосфати і різниця в забезпеченості ґрунту цим елементом у період куцнення становила 108,4–117,8, повна стиг-

лість — 88,4–97,7 мг/кг ґрунту. Найбільший уміст калію протягом вегетації забезпечили системи удобрення на фоні соломи гороху. Вміст легкогідролізованого азоту зменшувався до кінця вегетації, що особливо помітно на варіантах блоку II, які відповідно сформували вищі врожаї пшениці озимої (див. табл. 2).

Велике значення у створенні ефективної родючості ґрунту мають рухомі (лабільні) органічні речовини та водорозчинні органічні речовини ґрунту. Вони беруть участь у живленні рослин, а також у фізико-біохімічних процесах, пов'язаних з фотосинтезом, диханням і обміном речовин.

У результаті проведених досліджень встановлено, що вміст рухомих і водорозчинних органічних речовин збільшився за екологізованих систем удобрення, порівняно з неудообреним фоном (табл. 3).

На фоні застосування мінеральної системи удобрення вміст рухомих органічних речовин у фазі куцнення становив 610 мг/100 г ґрунту (див. табл. 3). Найнижчим він був у варіанті без добрив (контроль) — 396 мг/100 г ґрунту. Внесення

3. Вплив екологізованих систем удобрення на гумусний стан сірого лісового ґрунту під пшеницею озимою (2018–2020 рр.), шар ґрунту 0–30 см

№ варіанта	Система удобрення	Вміст		
		лабільної органічної речовини	водорозчинної органічної речовини	загального гумусу, %
		мг/100 г ґрунту		
1	Контроль (без добрив)	396	44,0	1,83
		332	32,5	
2	Солома гороху	410	48,1	1,88
		368	38,2	
3	Солома + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС	521	58,3	2,05
		482	42,5	
4	Солома + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС + ГД	488	61,3	2,09
		445	45,8	
5	$N_{60}P_{90}K_{90}$ + БС	610	63,5	1,92
		585	48,2	
6	$N_{60}P_{90}K_{90}$ + БС + післядія гною	636	71,7	2,12
		522	51,2	
7	$N_{60}P_{90}K_{90}$ + БС + ГД	558	64,2	2,10
		538	49,0	
	$NIP_{0,05}$	17,0	6,3	0,11

ГД на фоні соломи гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС збільшувало вміст рухомих органічних речовин на 23% щодо контролю. Внесення на фоні післядії гною $N_{60}P_{90}K_{90}$ сприяло збільшенню їх вмісту щодо варіанта 5 на 9%. Це свідчить про те, що гній містить значну кількість рухомих органічних речовин і сприяє активнішому їх утворенню. За даними табл. 3 прослідковується, що застосування екологізованих систем удобрення сприяло підвищенню вмісту водорозчинного гумусу. Так, за мінеральної системи удобрення процес мінералізації органічної речовини відбувався інтенсивніше, тому вміст водорозчинних органічних речовин становив 63,5 мг/100 г ґрунту, що на 38% більше, ніж у варіанті з неудобреними ділянками. У варіанті внесення соломи гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС + ГД вміст водорозчинної органічної речовини був на рівні 61,3 мг/100 г ґрунту, що більше порівняно з варіантом без удобрення на 38%. Це зумовлено мінералізацією системи водорозчинних органічних речовин до кінцевих продуктів і переходом у стабільні форми гумусових речовин. Внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$ на фоні післядії гною сприяло збільшенню вмісту водорозчинної органічної речовини на 12,3% щодо варіанта 5. Це збільшення вмісту водорозчинних органічних речовин зумовлено наявністю значної їх кількості у гної. У варіанті внесення

$N_{60}P_{90}K_{90}$ + БС + ГД їх вміст був вищий, ніж у варіанті 5, лише на 2,1%. Найнижчий вміст водорозчинних гумусових речовин був у ґрунті з неудобреною ділянкою — 44 мг/100 г ґрунту (див. табл. 3).

Вміст загального гумусу виявився найвищим за умов внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$ на фоні післядії гною — 2,12%; дещо менші значення цього показника були за використання соломи гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС + ГД — 2,09, нижчий вміст загального гумусу виявлено на мінеральному фоні — 1,92% і найменший — 1,83% у контрольному варіанті.

Вміст рухомих і водорозчинних органічних речовин упродовж вегетаційного періоду зазнав коливань. Найвищі значення цих показників виявились у фазі куцнення на удобрених варіантах — 521–636 та 58,3–64,2 мг/100 г ґрунту (див. табл. 3). У фазі повної стиглості вміст лабільної органічної речовини та водорозчинної зменшувався на 13–16% порівняно з кількістю у фазі куцнення. Очевидну закономірність можна пояснити зниженням вмісту поживних речовин у ґрунті, оскільки такий перебіг трансформації гумусу для сірих лісових ґрунтів з підвищеною кислотністю — явище позитивне.

Встановлені закономірності зміни вмісту рухомих і водорозчинних органічних речовин за екологізованих систем удобрення

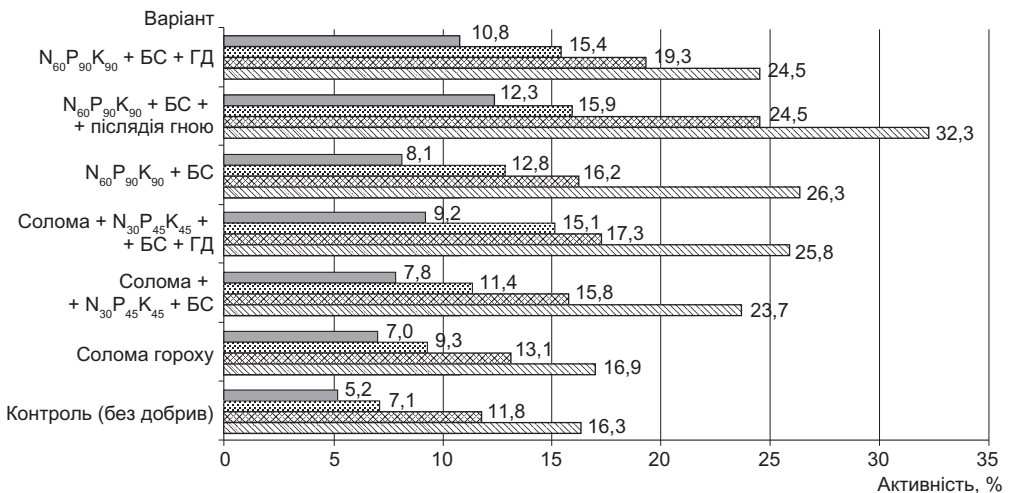


Рис. 1. Біологічна активність ґрунту під пшеницею озимою за екологізованих систем удобрення (середнє за 2018–2020 рр.): та — куцнення, повна стиглість (целюлозолітична активність); та — куцнення, повна стиглість (протеазна активність)

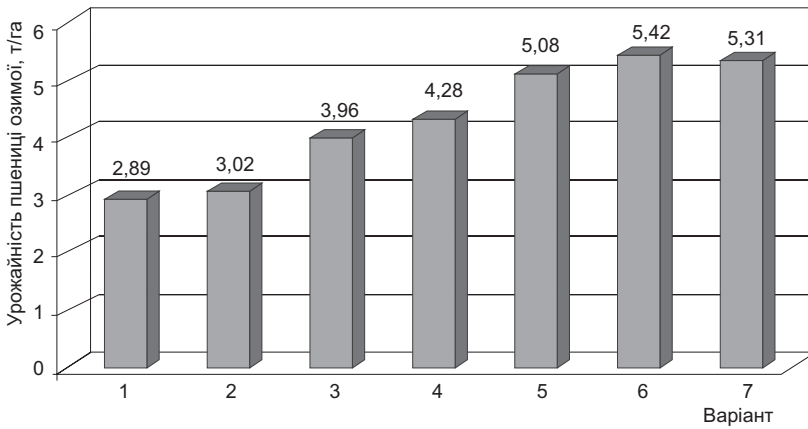


Рис. 2. Урожайність пшениці озимої за екологізованих систем удобрення: 1 – контроль (без добрив); 2 – солома гороху; 3 – солома + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС; 4 – солома + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС + ГД; 5 – $N_{60}P_{90}K_{90}$ + БС; 6 – $N_{60}P_{90}K_{90}$ + БС + післядія гною; 7 – $N_{60}P_{90}K_{90}$ + БС + ГД

були характерними для обох фаз росту й розвитку рослин пшениці озимої (кущення, повна стиглість).

Основним компонентом ґрунтової органічної речовини, рослинних решток і добрив, які надходять у ґрунт, є целюлоза, мікробна трансформація якої є однією з основних ланок у трофічних ланцюгах ґрунту. Целюлозолітична активність в умовах досліду варіювала в межах 9,3–32,3% (рис. 1).

В умовах систем удобрення блоку I целюлозоруйнівна здатність виявилася найвищою у варіанті солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС + ГД у фазі кущення — 25,8%. За внесення мінеральних добрив мінералізаційні процеси посилювалися і целюлозолітична активність підвищилася до рівня 26,3%. За умов унесення $N_{60}P_{90}K_{90}$ сумісно з ГД напруженість мінералізаційних процесів знижувалася до 24,5%. Однак застосування $N_{60}P_{90}K_{90}$ на фоні післядії гною активізувало перебіг ґрунтово-мікробіологічних процесів і целюлозолітична активність підвищувалася до рівня 32,3% (див. рис. 1).

У наших дослідженнях максимальні показники ефективності протеазферментів (протеазна активність ґрунту) у фазі кущення одержано у варіантах орґано-

мінеральних систем удобрення з унесенням соломи гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС + ГД — 15,1%. Унесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{90}K_{90}$ збільшило концентрацію мінерального азоту в ґрунті, що супроводжувалося незначним (на 1,2%) підвищенням протеазної активності щодо контролю. Сприятливіші умови для активного розкладу білкових структур забезпечили екологізовані системи удобрення на основі $N_{60}P_{90}K_{90}$ з органічними складовими: ГД або післядія гною. Рівень протеолізу підвищився до величини 15,4 та 15,9% (див. рис. 1).

Поліпшення фізико-хімічних властивостей ґрунту, підвищення вмісту поживних елементів, рухомих і водорозчинних органічних речовин забезпечило сприятливі умови для формування урожаю пшениці озимої. За екологізованих систем удобрення виявлено тенденцію підвищення урожайності пшениці озимої щодо контролю (без унесення добрив, див. рис. 2). За умов удобрення на фоні $N_{60}P_{90}K_{90}$ ця тенденція була чіткішою.

Найвищої врожайності досягнуто за орґано-мінеральної системи удобрення: $N_{60}P_{90}K_{90}$ + БС + післядія гною — 5,42 т/га (див. рис. 2).

Висновки

Використання екологізованих систем удобрення на фоні соломи гороху (блок I)

забезпечило підлучення сірого лісового поверхнево оглеєного легкосуглинкового

ґрунту щодо контрольного варіанта (збільшення pH_{KCl} на 0,25–0,29 од.), що збільшило вміст кальцію та магнію до рівня 5,50–6,09 мг-екв/100 г ґрунту. З метою зниження негативного впливу мінеральних добрив на підкислення ґрунту потрібно практикувати введення в систему удобрення органічного компонента (післядія гною, ГД).

Завдяки застосуванню екологізованих систем удобрення вміст рухомої і водорозчинної органічної речовини зріс до 488–636 та 61,3–71,7 мг/100 г ґрунту. Найвищий вміст рухомих і водорозчинних речовин

ґрунту виявлено за умов використання $N_{60}P_{90}K_{90}$ на фоні післядії гною, що активізувало целюлозолітичні процеси.

Результати досліджень свідчать про переваги органо-мінеральних систем удобрення як на фоні соломи (солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС + ГД), так і мінерального удобрення ($N_{60}P_{90}K_{90}$ + БС + післядія гною), що виявились у поліпшенні поживного режиму, накопиченні рухомої та водорозчинної органічних речовин, підвищенні біологічної активності ґрунту та одержанні стабільних урожаїв пшениці озимої.

Dubyskyi O.¹, Kachmar O.², Dubyska A.³, Vavrynovych O.⁴

Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS, 5 Hrushevskoho Str., vil. Obroshyne, Pustomyiv district, Lviv oblast, 81115, Ukraine; e-mail: ¹dubitsky27@ukr.net, ²oksanaostrowska@ukr.net, ³dubitskaangelina@ukr.net, ⁴vavrynovychoksana@gmail.com; ORCID: ¹0000-0002-8293-4119, ²0000-0002-0382-6030, ³0000-0002-5685-0237, ⁴0000-0003-3466-1432

Influence of ecological fertilizer systems on the fertility of gray forest soil and winter wheat yield

Goal. To study the influence of ecological fertilizer systems (EFS) on physicochemical, agrochemical, and biochemical indicators of gray forest soil's fertility and winter wheat yield. **Methods.** Field — to determine the impact of EFS on the physicochemical, agrochemical, and biochemical properties of gray forest soil; laboratory — to establish quantitative and qualitative characteristics of the soil environment; comparative — to compare the yield levels of winter wheat; mathematical-statistical — to substantiate the probability of results. **Results.** Peculiarities of formation of physicochemical parameters of soil under the conditions of EFS are generalized. Against the background of pea straw (block I) EFS contributed to the alkalization of the soil ($pH(KCl)$) by 0.25–0.29 units relative to control,

which significantly increased the content of Ca^{2+} and Mg^{2+} — by 12–32%, relative to control. $N_{60}P_{90}K_{90}$ fertilizer systems (block II) with the addition of humus fertilizer (HF) or manure aftereffects reduced the negative effect of soil acidification caused by the use of $N_{60}P_{90}K_{90}$ and contributed to the stabilization of Ca^{2+} and Mg^{2+} content in it. EFS with the addition of HF on the background of straw or under the conditions of $N_{60}P_{90}K_{90}$ application on the background of manure aftereffect significantly improved the nutrient regime, increased the content of a mobile and water-soluble organic matter, and increased decomposition of linen fabric by 37–49% compared to control. The use of EFS based on pea straw ensured the yield of winter wheat at the level of 3.96–4.28 t/ha. In the conditions of EFS with the use of $N_{60}P_{90}K_{90}$ on the background of manure aftereffect or in combination with HF, the yield of winter wheat was in the range of 5.31–5.42 t/ha. **Conclusions.** Under the conditions of growing winter wheat on gray forest soil, fertility rates have significantly improved and crop yields have increased, especially in the case of EFS application: HF on pea straw + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + biostimulator, and $N_{60}P_{90}K_{90}$ + BS on manure aftereffect.

Key words: humus fertilizer, organic matter, microbiological activity, soil structure, biologization.
DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovissnyk202109-08>

Бібліографія

1. Господаренко Г.М., Трус О.М. Вплив тривалого застосування добрив на показники родючості чорнозему опідзоленого та продуктивність польової сівозміни. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 1. С. 17–21.
2. Бомба М. Сучасні тенденції розвитку світового землеробства. *Вісник НАН України*. 2007. № 12. С. 34–40.
3. Носко Б.С. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподар-

ського виробництва. Київ: Аграрна наука, 1999. 155 с.

4. Камінський В.Ф., Сайко В.Ф., Шевченко І.П. Сучасні системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур; за ред. В.Ф. Камінського. Київ: ВП «Едельвейс», 2012. 196 с.

5. Sukhdev S. Malhi, Marvin Nyborg, Elston D. Solberg et al. Long-term straw management and N fertilizer rate effects on quantity and quality of

organic C and N and some chemical properties in two contrasting soils in Western Canada. *Biology and Fertility of Soils*. 2011. V. 47. № 7. P. 785–800. doi: 10.1007/s00374-011-0587-8

6. Ступенко О.В. Вплив внесення соломи і сидератів на баланс азоту мінеральних добрив і продуктивність культур. *Вісник аграрної науки*. 2005. № 4. С. 23–26.

7. Enke Liu, Changrong Yan., Xurong Mei et al. Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China. *Geoderma*. 2010. V. 158. № 3–4. P. 173–180. doi: 10.1016/j.geoderma.2010.04.029

8. Дерев'янський В.П., Власюк О.С., Малиновська І.М. Ефективність біологічних препаратів та мікроелементів у технології вирощування пшениці ярої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2013. Вип. 18. С. 30–38.

9. Власюк О.С., Ковальчук Н.В. Ефективність бактеріальних препаратів залежно від удобрення пшениці ярої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2018. Вип. 27. С. 18–23.

10. Дегодюк С.Е., Літвінова О.А., Вітвіцька О.І. та ін. Вплив добрив у сівозміні на родючість ґрунту і продуктивність культур: зб. наук.

праць ННЦ Інституту землеробства НААН. 2010. Вип. 4. С. 3–10.

11. Дегодюк С.Е., Літвінова О.А., Боднар Ю.Д. Вплив тривалого застосування добрив на динаміку зміни лабільної органічної речовини в сірому лісовому ґрунті. *Біологічні системи*. 2012. Т. 4. Вип. 2. С. 154–156.

12. Гамалей В.І., Шкарівська Л.І. Гумусний стан темно-сірого опідзоленого ґрунту за різних систем удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2009. № 12. С. 19–22.

13. Москалевська Ю.П. Біологічна активність та мікробна трансформація органічної речовини чорнозему типового за різних систем землеробства. *Збалансоване природокористування*. 2014. № 2. С. 68–72.

14. Collins H.P., Rasmussen P.E., Douglas Jr.C.L. Crop rotation and residue management effects on soil carbon and microbial dynamics. *Soil Science Society of America J.* 1992. V. 56. № 3. P. 783–788.

15. Броннікова Л.Ф. Зміна кислотності темно-сірих лісових ґрунтів за різних технологічних чинників їх використання. *Сільське господарство та лісництво*. 2016. № 4. С. 25–33.