

## ВПЛИВ ДОБРИВ НА ПОКАЗНИКИ РОДЮЧОСТІ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ҐРУНТІВ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН ПОЛІССЯ

О.В. Єгоров<sup>1</sup>, Н.П. Жидок<sup>1</sup>, О.М. Грищенко<sup>2</sup>, І.І. Шабанова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Інститут сільськогосподарської мікробіології  
та агропромислового виробництва НААН (м. Чернігів, Україна)  
e-mail: Egorov\_dom@ukr.net; ORCID: 0000-0001-8645-9661  
e-mail: Egorov\_dom@ukr.net; ORCID: 0000-0001-8617-8130

<sup>2</sup> Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України»  
(м. Київ, Україна)  
e-mail: grischenkoel@ukr.net; ORCID: 0000-0002-1241-7183

<sup>3</sup> Чернігівська філія ДУ «Держґрунтохорона» (м. Чернігів, Україна)  
e-mail: chernigiv\_grunt@ukr.net; ORCID: 0000-0002-6128-0902

Досліджено вплив підстилкового гною та соломи як добрива в чистому вигляді, та в поєднанні з гноєм, сидеральними і мінеральними добривами на вміст гумусу й основних елементів живлення в дерново-підзолистому ґрунті. Установлено помітний вплив на зміну вмісту гумусу на дерново-підзолистих ґрунтах залежно від систем удобрення. Найбільші показники вмісту гумусу в ґрунті встановлено на варіантах зі внесенням 40 т/га гною, 0,97–1,14% і 1,17–1,23% відповідно, та соломи 4 т/га у поєднанні з люпиновим сидератом — 0,94–1,15% і 1,16–1,25%. Найістотніше зростання вмісту гумусу за ротацію відмічено у сидеральній сівозміні, на фоні без добрив показник зріс на 0,05–0,29%, на фоні внесення  $N_{40}P_{40}K_{120}$  — на 0,03–0,21%, у плодозмінній сівозміні — 0,05–0,19% та 0,01–0,09% відповідно. Аналізуючи динаміку вмісту легкогідролізованого азоту було встановлено, що найбільше його зростання як на початку, так і наприкінці ротації сівозмін забезпечували варіанти зі внесенням 40 т/га гною (+69...+85 мг/кг ґрунту), 4 т/га соломи з половинною дозою гною (+63...+82 мг/кг ґрунту) та соломи з сидератами (+71...+80 мг/кг ґрунту). Внесення гною, соломи та пріорювання сидератів сприяло зростанню вмісту рухомих сполук фосфору від 9 до 69 мг/кг ґрунту на фоні без внесення добрив і від 38 до 67 мг/кг ґрунту на фоні  $N_{40}P_{40}K_{120}$ . Поєднання соломи з гноєм і соломи з сидератами за внесення мінеральних добрив сприяло підвищенню вмісту рухомих сполук фосфору до рівня, який зафіксовано у варіанті за внесення 40 т/га гною, а в окремих варіантах дослідів навіть і перевищувати його. Встановлено, що бездефіцитний та позитивний баланс калію за ротацію плодозмінної й сидеральної сівозмін забезпечували варіанти із внесенням 4 т/га соломи у поєднанні з 20 т/га гною та соломи 4 т/га у поєднанні з люпиновим сидератом на фоні  $N_{40}P_{40}K_{120}$ . Розраховані баланси та продуктивність використання ріллі в короткоротаційних сівозмінах Полісся. У плодозмінній сівозміні за відчуження зеленої маси люпину на корм баланс гумусу має від'ємні показники. Варіанти з внесенням 10 т/га сівозмінної площі гною (–0,03 т/га) та 1 т/га соломи з половинною дозою гною (–0,1 т/га) на фоні внесення  $N_{35}P_{35}K_{85}$  дали можливість максимально наблизитися до бездефіцитного балансу гумусу. У сидеральній сівозміні позитивний баланс гумусу спостерігається за внесення 10 т/га гною (+0,21...+0,29 т/га), 1 т/га соломи у поєднанні з 5 т/га гною (+0,13...+0,22 т/га) та 1 т/га соломи у поєднанні з сидератом (+0,09...+0,18 т/га). Близькими до бездефіцитного балансу гумусу є варіант зі внесенням 1 т/га соломи у чистому вигляді. Альтернативою гною в умовах Полісся повинно бути використання соломи у поєднанні з сидеральними добривами (зокрема, люпином), що сприятиме збереженню та відтворенню вмісту гумусу в ґрунті, поліпшенню балансу поживних елементів та підвищенню продуктивності використання ріллі в сівозмінах.

**Ключові слова:** ґрунт, гумус, рухомі сполуки фосфору, рухомі сполуки калію, сівозміна, баланс гумусу, гній, солома, сидерати, мінеральні добрива, система удобрення.

## ВСТУП

У сучасних умовах, особливо за орендних відносин, ґрунти розглядаються як джерело і засіб отримання максимального прибутку. Однак власники сільськогосподарських земель не акцентують увагу, що без зусиль щодо охорони і відтворення родючості земель нині в майбутньому необхідно буде витратити величезні ресурси для досягнення вихідного рівня родючості.

Аналізуючи динаміку змін якісних показників ґрунтів України, останніми роками можна дійти висновку про нестійку і небезпечну тенденцію зниження їх родючості, погіршення екологічної ситуації, що може призвести до кризового стану у сільському господарстві. За даними ННЦ «Інститут землеробства НААН», щороку в Україні втрачається до 20 млн т гумусу, що у перерахунку на 1 га ріллі становить 600–700 кг. Для зміни ситуації необхідні радикальні заходи для відтворення родючості ґрунтів. Насамперед необхідно запобігти втратам гумусу і оптимізувати режим органічної речовини й гумусного стану ґрунтів [1; 2].

Основним біоенергетичним ресурсом і потужним засобом підвищення родючості є органічні добрива [3–6]. Однак, у сучасних умовах господарювання через скорочення поголів'я сільськогосподарських тварин, органічні добрива у вигляді гною вносяться в дуже малих кількостях або ж не вносяться зовсім. Зокрема в Чернігівській обл. у 1990 р. вносилося 10,1 т органічних добрив на 1 га ріллі, 2000 – 1,8 т/га, у 2010 р. – 0,9 т/га. Останніми роками ця кількість варіює в межах 0,7–0,8 т/га.

Стосовно мінеральних добрив, то останніми роками спостерігається збільшення кількості їх внесення, але знову ж таки переважно завдяки азотним тукам, що в подальшому призводить до підкислення ґрунтів. У 1990 р. внесено 166 кг/га д. р. мінеральних туків, 2000 – 10 кг д. р., у 2010 р. – 71 кг/га д. р. 2015 р. на 1 га ріллі внесено 102 кг/га д. р. мінеральних добрив, із них 72% це азотні добрива, 13 – фосфорні та 15% калійні.

Отже, в умовах різкого зменшення виробництва і використання гною постає питання пошуку альтернативних шляхів і способів відтворення родючості ґрунтів. Одним із напрямів вирішення цієї проблеми може бути використання соломи на добриво за місцем її вирощування [7–12]. Тому в Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (ІСМАВ НААН) у довгостроковому стаціонарному досліді поряд з іншими питаннями вивчається вплив соломи як добрива в чистому вигляді та у поєднанні з іншими органічними та мінеральними добривами на показники родючості ґрунту й ефективність використання ріллі в короткотривалих сівозмінах.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Внесення підстилкового гною залишається важливим чинником забезпечення ґрунтів органічною речовиною, проте сучасний стан тваринництва в Україні, а саме різке зменшення поголів'я худоби, не дає можливості розглядати це джерело вуглецю як основне при вирішенні проблеми підвищення родючості ґрунтів. Недорогим прийомом забезпечення ґрунтів свіжою органічною речовиною є сидерати, які акумулюють до 180 кг азоту, зберігаючи його від вимивання та денітрифікації [13], післяживні рештки та побічна продукція рослинництва. Вагомий внесок у розробку теоретичних та практичних засад використання сидератів і побічної продукції для підвищення родючості ґрунтів зробили О.М. Бердніков, В.В. Волкогон, А.Д. Балаєв, К.І. Довбан, Є.Г. Дегодюк, С.Ю. Булигін, J. Kubat, I. A. Langley та ін. [13–19]. Однак останнім часом товаровиробники досить часто як органічне добриво почали використовувати подрібнену солому. Цей захід може стати потужним чинником підвищення вмісту гумусу, біологічної активності ґрунтів, поліпшення їх воднофізичних властивостей. Використанню соломи як органічного добрива присвячено низку наукових праць провідних українських вчених (Л.Ю. Верниченко, Є.М. Ми-

шустина, М.М. Мірошніченка, А.І. Фатаєва, А.Д. Балаєва) [20; 21].

Мета досліджень — вивчити можливість повної або часткової заміни ґною шляхом застосування різних способів використання соломи на добриво.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили впродовж 2012–2015 рр. в стаціонарному польовому досліді, закладеному на дослідному полі Чернігівського інституту АПВ НААН у 1999 р. Ґрунти дослідної ділянки дерново-підзолисті пілувато-супіщаного гранулометричного складу. Вміст ґумусу в орному шарі варіює від 1 до 1,2%, реакція ґрунтового розчину (рН-KCl) — від 4,4 до 4,8 рН, сума ввібраних основ — від 2,5 до 2,7 ммоль/100 г ґрунту. Ґрунти високозабезпечені рухомими сполуками фосфору — від 190 до 240 мг/кг ґрунту, низько та середньозабезпечені рухомими сполуками калію — від 69 до 103 мг/кг ґрунту (за Кірсановим). Уміст легкогідролізованого азоту варіює в межах від 54 до 84 мг/кг ґрунту (дуже низький вміст).

Ефективність добрив вивчали у таких сівозмінах:

- 1 — люпин на зелену масу — жито озиме — картопля — пшениця яра;
- 2 — люпин на сидерат — жито озиме — картопля — пшениця яра.

Продуктивність культур плодозмінної та сидеральної сівозмін досліджували на двох фонах живлення:

- 1 — без мінеральних добрив;
- 2 — на фоні  $N_{35-45}P_{35}K_{85}$  на 1 га ріллі.

Дослід закладено методом розщеплених ділянок. Розмір елементарної ділянки 85,5 м<sup>2</sup>, облікової — 50 м<sup>2</sup>, повторність триразова. Ведення дослідів, облік урожаю та статистичну обробку отриманих результатів проводили за методом Доспехова [22].

Уміст ґумусу визначали за ДСТУ 4289:2004 [23], легкогідролізованого азоту — ДСТУ 7863:2015 [24], рухомих сполук фосфору та калію — ДСТУ 4405:2005 [25]. Розрахунки балансу ґумусу в сівозмінах проводили за методичними рекомендаціями

Ю.О. Тараріко [26]. Загальну продуктивність короткоротаційних сівозмін розраховували за таблицями М.Ф. Томме [27].

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За систематичного застосування у короткоротаційних сівозмінах підстилкового ґною, побічної продукції рослинництва (зокрема соломи), сидеральних та мінеральних добрив встановлено помітний вплив на зміну вмісту ґумусу на дерново-підзолистих ґрунтах залежно від систем удобрення (табл. 1).

У 2012 та 2015 рр. найбільші показники вмісту ґумусу в ґрунті встановлено на варіантах з внесенням 40 т/га ґною, 0,97–1,14% і 1,17–1,23% відповідно, та соломи 4 т/га у поєднанні з люпиновим сидератом — 0,94–1,15% і 1,16–1,25%.

Найістотніше зростання вмісту ґумусу за ротацію встановлено у сидеральній сівозміні. На фоні без добрив показник зріс на 0,05–0,29%, на фоні внесення  $N_{40}P_{40}K_{120}$  — на 0,03–0,21%. У плодозмінній сівозміні ці показники становили 0,05–0,19% та 0,01–0,09% відповідно.

Об'єктивним показником ефективності добрив є поживний режим ґрунту. Родючість ґрунту значною мірою визначається ступенем його забезпеченості доступними для рослин поживними речовинами і насамперед азотом. Дерново-підзолисті ґрунти характеризуються низькими запасами азоту та високою його рухомістю.

У результаті проведених досліджень встановлено, що найбільше зростання вмісту легкогідролізованого азоту як на початку, так і наприкінці ротації сівозмін забезпечували варіанти з внесенням 40 т/га ґною (+69... +85 мг/кг ґрунту), 4 т/га соломи з половинною дозою ґною (+63... +82 мг/кг ґрунту) та соломи з сидератами (+71...+80 мг/кг ґрунту). Зростання вмісту легкогідролізованого азоту на контрольних варіантах становило, своєю чергою, від 54 до 78 мг/кг ґрунту.

Завдяки внесенню ґною, соломи та приорюванню сидератів наприкінці ротації сівозмін (2015 р.) встановлено зростання вмісту рухомих сполук фосфору на фоні

Таблиця 1. Вплив сівозмін та добрив на вміст гумусу в орному шарі ґрунту

№ варіанта	Варіант	Уміст гумусу в орному шарі ґрунту, %			
		плодозмінна сівозміна		сидеральна сівозміна	
		без добрив	N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>120</sub>	без добрив	N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>120</sub>
<i>Початок четвертої ротації сівозмін, 2012 р.</i>					
1	Без добрив (контроль)	0,87	0,90	0,85	0,91
2	Гній, 40 т/га	1,11	1,14	0,97	1,12
3	Солома, 4 т/га	0,93	1,06	0,88	1,00
4	Солома, 4 т/га + гній, 20 т/га	1,00	1,12	0,95	1,10
5	Солома, 4 т/га + люпин на сидерат	1,10	1,15	0,94	1,07
НІР <sub>0,5</sub>		0,15		0,10	
<i>Кінець четвертої ротації сівозмін, 2015 р.</i>					
1	Без добрив (контроль)	0,92	0,94	0,90	0,94
2	Гній, 40 т/га	1,17	1,18	1,19	1,23
3	Солома, 4 т/га	1,12	1,15	1,11	1,21
4	Солома, 4 т/га + гній, 20 т/га	1,15	1,15	1,20	1,18
5	Солома, 4 т/га + люпин на сидерат	1,20	1,16	1,23	1,25
НІР <sub>0,5</sub>		0,15		0,19	

без внесення добрив (+9...+69 мг/кг ґрунту) і на фоні N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>120</sub> (+38...+67 мг/кг ґрунту). Поєднання соломи з гноєм і соломи з сидератами за внесення мінеральних добрив сприяло підвищенню вмісту рухомих сполук фосфору до рівня, який зафіксовано у варіанті за внесення 40 т/га гною, а іноді навіть і перевищувати його. Бездефіцитний та позитивний баланс калію за ротацію плодозмінної й сидеральної сівозмін забезпечували варіанти із внесенням 4 т/га соломи у поєднанні з 20 т/га гною та соломи 4 т/га у поєднанні з люпиновим сидератом на фоні N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>120</sub>.

Розрахунками науковців встановлено, що річні втрати гумусу через мінералізацію в плодозмінній та сидеральній сівозмінах становлять 1,32 т/га. Частково втрати гумусу компенсуються завдяки рослинним решткам, решту необхідно компенсувати внесенням органічних добрив (гній, солома, сидерати). У процесі гуміфікації з рослинних решток у плодозмінній сівозміні, залежно від урожайності культур, може утворитися від 0,62 до 0,87 т/га гумусу.

Сидеральна сівозміна дає можливість відновити від 1,01 до 1,19 т/га гумусу.

За даними науковців, з 40 т гною на 1 га, внесених під картоплю та кукурудзу, може утворитися 0,42 т гумусу [1]. Завдяки внесенню соломи у кількості 1 т/га сівозмінної площі кількість гумусу збільшується на 0,15 т/га.

Отже, за нестачі гною накопичення гумусу можливе за внесення половинної дози гною з соломою. Кількість гумусу, що утвориться при цьому, становитиме 0,37 т/га. Також важливою прибутковою частиною балансу гумусу є заорювання люпинового сидерату з соломою, завдяки чому утворюється 0,32 т/га гумусу.

Розраховані баланси гумусу досить різняться залежно від виду сівозміни та внесення добрив. У плодозмінній сівозміні за відчуження зеленої маси люпину на корм баланс гумусу має від'ємні показники. Варіанти зі внесенням 10 т/га сівозмінної площі гною (-0,03 т/га) та 1 т/га соломи з половинною дозою гною (-0,1 т/га) на фоні внесення N<sub>35</sub>P<sub>35</sub>K<sub>85</sub> дали можливість

максимально наблизитися до бездефіцитного балансу гумусу (рис. 1).

У сидеральній сівозміні (рис. 2) позитивний баланс гумусу спостерігається за внесення 10 т/га гною (+0,21...+0,29 т/га), 1 т/га соломи у поєднанні з 5 т/га гною (+0,13...+0,22 т/га) та 1 т/га соломи у поєднанні з сидератом (+0,09...+0,18 т/га). Близькими до бездефіцитного балансу гумусу є варіант зі внесенням 1 т/га соломи у чистому вигляді.

Важливим чинником є визначення впливу добрив на ефективність використання ріллі різних сівозмін. Серед біологічних засобів інтенсифікації найбільший вихід кормових одиниць з 1 га ріллі неза-

лежно від фону живлення і виду сівозмін забезпечував гній у дозі 10 т/га. Приріст кормових одиниць, порівнюючи з контролем, в середньому за 2012–2015 рр. становив 0,93–1,11 т/га на фоні без добрив, а на фоні внесення  $N_{35-45}P_{35}K_{85}$  – 0,91–1,18 т/га.

За використання соломи як добрива приріст кормових одиниць з 1 га ріллі на фоні без добрив був у межах 0,26–0,35 т/га, на мінеральному фоні – 0,29–0,42 т/га.

Доволі істотно підвищувався вихід кормових одиниць з 1 га сівозмінної площі на варіантах із поєднанням внесення соломи з половинною дозою гною та сидеральними посівами. Продуктивність ріллі на цих

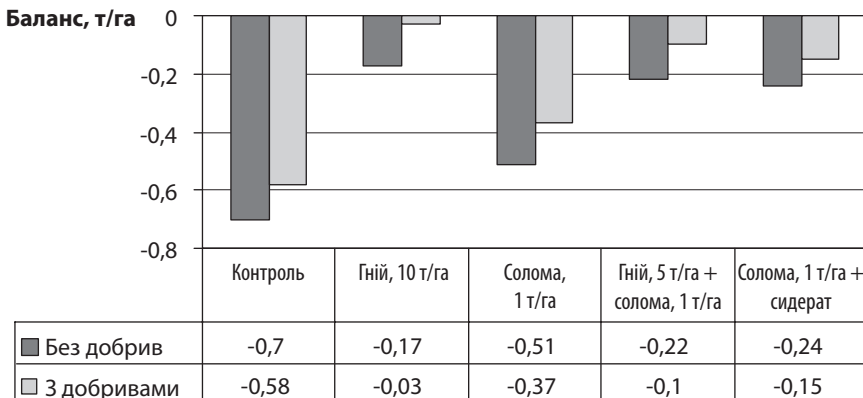


Рис. 1. Баланс гумусу в плодозмінній сівозміні (середнє за 2012–2015 рр.)

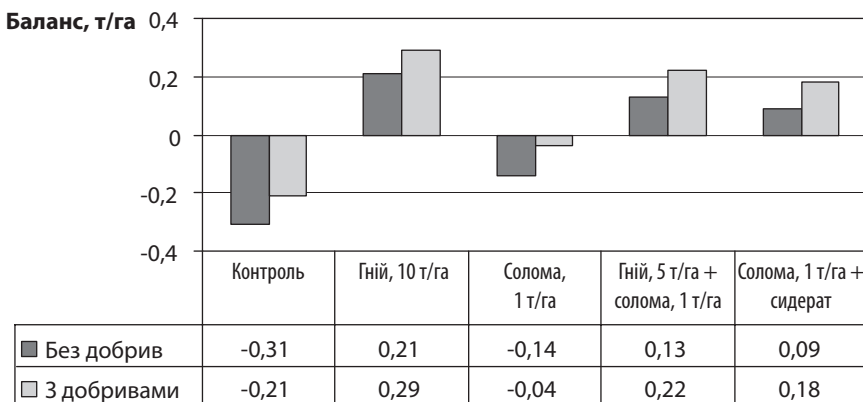


Рис. 2. Баланс гумусу в сидеральній сівозміні (середнє за 2012–2015 рр.)

Таблиця 2. Вплив добрив на ефективність використання ріллі в різних сівозмінах (середнє за 2012–2015 рр.)

Удобрення	Вихід кормових одиниць і перетравного протеїну з 1 га ріллі в сівозмінах (т/га)			
	Без добрив		N <sub>35-45</sub> P <sub>35</sub> K <sub>85</sub>	
	плодозмінна	сидеральна	плодозмінна	сидеральна
<i>Кормові одиниці</i>				
Контроль (без добрив)	3,79	2,63	4,71	3,5
Гній, 10 т/га	4,90	3,56	5,89	4,41
Солома, 1 т/га	4,14	2,89	5,13	3,79
Солома, 1 т/га + гній, 5 т/га	4,71	3,47	5,79	4,35
Солома, 1 т/га + люпин на сидерат	4,80	3,30	5,75	4,33
НІР <sub>0,5</sub>	0,64		0,68	
<i>Перетравний протеїн</i>				
Контроль (без добрив)	0,43	0,22	0,51	0,29
Гній, 10 т/га	0,54	0,29	0,62	0,35
Солома, 1 т/га	0,46	0,24	0,56	0,31
Солома, 1 т/га + гній, 5 т/га	0,51	0,28	0,61	0,35
Солома, 1 т/га + люпин на сидерат	0,53	0,27	0,61	0,35
НІР <sub>0,5</sub>	0,06		0,06	

варіантах за виходом кормових одиниць була досить близькою і майже прирівнювалася до варіанта з внесенням повної дози гною.

Оцінюючи загальну продуктивність досліджуваних сівозмін за виходом кормових одиниць з 1 га сівозмінної площі, необхідно зазначити, що найбільш продуктивною була плодозмінна сівозміна з виходом кормових одиниць відповідно фонам 3,79–4,9 та 4,71–5,89 т/га.

### ВИСНОВКИ

В умовах дерново-підзолистих ґрунтів Полісся поряд зі внесенням гною засто-

сування соломи, сидеральних добрив та використання у сівозмінах бобових культур (зокрема люпину на зелену масу та сидерат) сприяє збереженню та відтворенню вмісту гумусу в ґрунті, поліпшує баланс елементів живлення та підвищує продуктивність використання ріллі у сівозмінах. Альтернативою гною в умовах Полісся може бути використання соломи на добриво у поєднанні з сидеральними добривами. Це сприяє підвищенню виходу кормових одиниць з 1 га сівозмінної площі на 18–21% і за своєю ефективністю наближається до внесення 10 т/га сівозмінної площі гною.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Сайко В.Ф. Системи обробітку ґрунту в Україні. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2007. Вип. 1. С. 3–10.
2. Камінський В.Ф., Сайко В.Ф. Використання земельних ресурсів в агропромисловому виробництві України у контексті світового стабільного розвитку. *Землеробство*. 2013. Вип. 85. С. 3–13.
3. Сайко В.Ф. Особливості землеробства у зв'язку зі світовою економічною кризою. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. 2009. Спецвипуск. С. 3–18.
4. Роїк М.В. Сучасні науково обґрунтовані підходи до використання землі. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 1. С. 5–23.
5. Ходонівська О.В., Корчинська С.Г. Ефективність застосування мінеральних і органічних добрив у сільському господарстві. *Економіка АПК*. 2016. № 4. С. 21–27.

6. Минеев В.Г., Шевцова Л.К. Влияние длительного применения удобрений на гумус почвы и урожай культуры. *Агротехника*. 1978. № 7. С. 134–141.
7. Цюк О.А. Вплив органічних добрив на родючість ґрунту. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2009. Вип. 1–2. С. 60–68.
8. Бердников А., Волкогон В. Аграрии за зеленых. *Зерно*. 2013. № 5. С. 58–61.
9. Шувар І.А., Сендецький В.М., Тимофійчук О.Б. Солома допоможе родючості ґрунту. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 17 (312). С. 40–43.
10. Тараріко О.Г. Біологізація та екологізація ґрунтозахисного землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 10. С. 5–9.
11. Василенко М. Солома — цінне органічне добриво. *Хімія. Агрономія. Сервіс*. 2012. № 4. С. 14–17.
12. Гриник І.В., Бакун Ю.О., Єгоров О.В. Продуктивність сівозмін Полісся залежно від способів використання соломи на добриво. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. 2003. Спецвипуск. С. 42–48.
13. Довбан К. И. Зеленое удобрение в современном земледелии. Минск: Белорусская наука, 2009. 404 с.
14. Дегодюк Е.Г., Літвінова О.А., Ярмоленко Є.В., Дмитренко О.В. Вплив органічних добрив на родючість сірого лісового ґрунту. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 2. С. 31–35.
15. Бердніков О.М. та ін. Ефективне використання сидератів у сучасному землеробстві : науково-методичні рекомендації. Чернігів, 2012. 26 с.
16. Балаєв А.Д., Наумовська О.І., Целюгін В.П. Солома як органічне добриво на чорноземних ґрунтах. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2003. Спецвипуск. С. 38–42.
17. Кульгура сидерації / за ред. Є.Г. Дегодюка, С.Ю. Булигіна. Київ: Аграрна наука, 2013. 80 с.
18. Kubat J., Novakova J. and Simon T. Conservation Agriculture. Organic Farming and GM crops in Czech Republic. Report D. 1.1 A 10. KASSA Project. CIRAD, France, 2006. P. 1–20. 328 s.
19. Langley I.A., Heady E.O., Olson K.D. The macro implications of a complete transformation of US agricultural production to organic farming practices. *Agricultural ecosystems Environment*. 1983. Vol. 10. № 4. P. 323–338.
20. Использование соломы как органического удобрения / под ред. Е.Н. Мишустина. Москва: Наука, 1980. 270 с.
21. Мирошніченко Н.Н., Фатаєв А.И. Качество почв — залог продовольственной безопасности страны. *Агровісник*. Україна. 2008. № 10 (32). С. 28–42.
22. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
23. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини. [Чинний від 2005–07–01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 14 с.
24. ДСТУ 7863:2015. Якість ґрунту. Визначення легкогідролізного азоту методом Корнфілда. [Чинний від 2016–07–01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2005. 9 с.
25. ДСТУ 4405:2005. Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА. [Чинний від 2006–07–01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 11 с.
26. Тараріко Ю.О., Несмашна О.Є., Глущенко Л.Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації. Київ: Нора-прінт, 2001. 60 с.
27. Томмэ М.Ф. Корма СССР. Состав и питательность. Москва: Колос, 1964. 448 с.

## REFERENCES

1. Saiko, V.F. (2007). Systemy obrobittku hruntu v Ukraini [Tillage systems in Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva UAAN — Collection of scientific works of the Institute of Agriculture of UAAS*, 1, 3–10 [in Ukrainian].
2. Kaminskyi, V.F. & Saiko, V.F. (2013). Vykorystannia zemelnykh resursiv v ahropromyslovomu vyrobnytstvi Ukrainy u konteksti svitovoho stabilnoho rozvytku [The use of land resources in agro-industrial production of Ukraine in the context of world stable development]. *Zemlerobstvo — Agriculture*, 85, 3–13 [in Ukrainian].
3. Saiko, V.F. (2009). Osoblyvosti zemlerobstva u zviazku zi svitovoiu ekonomichnoiu kryzoiu [Peculiarities of agriculture in connection with the global economic crisis]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva UAAN — Collection of scientific works of the Institute of Agriculture of UAAS, (special issue)*, (spetsvypusk), 3–18 [in Ukrainian].
4. Roik, M.V. (2003). Suchasni naukovo-obgruntovani pidkholdy do vykorystannia zemli [Modern science-based approaches to land use]. *Visnyk ahrarynoy nauky — Bulletin of Agrarian Science*, 1, 5–23 [in Ukrainian].
5. Khodonivska, O.V. & Korchynska, S.H. (2016). Efektyvnist zastosuvannya mineralnykh i orhanichnykh dobryv u silskomu hospodarstvi [Efficiency of application of mineral and organic fertilizers in agriculture]. *Ekonomika APK — Economics AIC*, 4, 21–27 [in Ukrainian].
6. Mineyev, V.G. & Shevtsova, L.K. (1978). Vliyaniye dlitel'nogo primeniya udobreniy na gumus pochvy i urozhay kultur [Influence of long-term use of fertilizers on soil humus and crop yield]. *Agrokhimiya — Agrochemistry*, 7, 134–141 [in Russian].
7. Tsiuk, O.A. (2009). Vplyv orhanichnykh dobryv na rodiuchist ґruntu [Influence of organic fertilizers on soil fertility]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytutu zemlerobstva UAAN» — Collection of scientific works of the NRC «Institute of Agriculture of UAAS»*, 1–2, 60–68 [in Ukrainian].
8. Berdnikov, A. & Volkogon, V. (2013). Agrarii za

- zelenykh [Farmers for greens]. *Zerno – Grain*, 5, 58–61 [in Ukrainian].
9. Shuvar, I.A., Shuvar, A.I., Sendetskiy, V.M. & Tymofiihuk, O.B. (2015). Soloma dopomozhe rodiuchosti gruntu [Straw will help soil fertility]. *Ahrobiznes sohodni – Agribusiness today*, 17 (312), 40–43 [in Ukrainian].
  10. Tarariko, O.H. (2017). Biolozhizatsiia ta ekolohizatsiia gruntozakhysnoho zemlerobstva [Biology and ecology of agricultural farming]. *Visnyk ahranoi nauky – Bulletin of Agrarian Science*, 10, 5–9 [in Ukrainian].
  11. Vasylenko, M. (2012). Soloma – tsinne orhanichne dobrovyo [Straw is a valuable organic fertilizer]. *Khimiia. Ahronomiia. Servis – Chemistry. Agronomy. Service*, 4, 14–17 [in Ukrainian].
  12. Hrynyk, I.V., Bakun, Yu.O. & Yehorov, O.V. (2003). Produktyvniat sivozmin Polissia zalezho vid sposobiv vykorystannia solomy na dobrovyo [Productivity of crop rotations in Polissya depending on the methods of using straw for fertilizer]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva UAAN – Collection of scientific works of the Institute of Agriculture of UAAS, spetsvyпуск – special issue*, 42–48 [in Ukrainian].
  13. Dovban, K.Y. (2009). *Zelenoe udobrennye v sovremennom zemledel'ii* [Green fertilizer in modern agriculture]. Mynsk: Belorusskaia nauka [in Russian].
  14. Dehodiuk, E.H., Litvinova, O.A., Yarmolenko, Ye.V. & Dmytrenko, O.V. (2019). Vplyv orhanichnykh dobrovyv na rodiuchist siroho lisovoho gruntu [Influence of organic fertilizers on the fertility of gray forest soil]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological journal*, 2, 31–35 [in Ukrainian].
  15. Berdnikov, O.M. et al. (2012). *Efektivne vykorystannia syderativ u suchasnomu zemlerobstvi (naukovo-metodychni rekomendatsii)* [Effective use of green manures in modern agriculture: scientific and methodical recommendations]. Chernihiv [in Ukrainian].
  16. Balaiev, A.D., Naumovska, O.I. & Tseliutin, V.P. (2003). Soloma yak orhanichne dobrovyo na chornozemnykh gruntakh [Straw as an organic fertilizer on chernozem soils]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva UAAN (spetsvyпуск) – Collection of scientific works of the Institute of Agriculture of UAAS (special issue)*, 38–42 [in Ukrainian].
  17. Dehodiuka, Ye.H. (Eds.). (2013). *Kultura syderatsii* [Culture of greening]. Kyiv: Agrarian Science [in Ukrainian].
  18. Kubat, J., Novakova, J. & Simon, T. (2006). Conservation Agriculture. Organic Farming and GM crops in Czech Republic. *Report D. 1.1 A 10. KASSA Project. CIRAD, France*, 1–20, 328 [in English].
  19. Langley, I.A., Heady, E.O. & Olson, K.D. (1983). The macro implications of a complete transformation of US agricultural production to organic farming practices. *Agricultural ecosystems Environment*, 10 (4), 323–338 [in English].
  20. Myshustyn, E.N. (Ed.). (1980). *Ispol'zovaniye solomy kak organicheskogo udobreniya* [Using straw as organic fertilizer]. Moskva: Nauka [in Russian].
  21. Miroschnichenko, N.N. & Fataev, A.I. (2008). Kachestvo pochv – zalog prodovol'stvennoy bezopasnosti strany' [Soil quality is the key to food security of the country]. *Agrovisnik. Ukrayina – Agrovisnik. Ukraine*, 10 (32), 28–42 [in Russian].
  22. Dospikhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)* [Method of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)]. Moskva: Agropromizdat [in Russian].
  23. Yakist hruntu. Metody vyznachannia orhanichnoi rehovyny [Soil quality. Methods for determination of organic matter]. (2005). *DSTU 4289:2004 from 1<sup>st</sup> Juli 2005*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
  24. Yakist hruntu. Vyznachennia lekhohidroliznoho azotu metodom Kornfilda [Soil quality. Determination of light hydrolysis nitrogen by the Cornfield method]. (2005). *DSTU 7863:2015 from 1<sup>st</sup> Juli 2016*. Kyiv: DP «UkrNDNTs» [in Ukraine].
  25. Yakist gruntu. Vyznachannia rukhomykh spolkuk fosforu i kaliu za metodom Kirsanova v modyfikatsii NNTs IHA [Soil quality. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by the method of Kirsanov in the modification of NSC IGA]. (2006). *DSTU 4405:2005 from 1<sup>st</sup> Juli 2006*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
  26. Tarariko, Yu.O., Nesmashna, O.Ie. & Hlushchenko, L.D. (2001). *Enerhetychna otsinka system zemlerobstva i tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur. Metodychni rekomendatsii* [Energy assessment of farming systems and technologies growing crops. Methodical recommendations]. Kyiv: Nora-print [in Ukrainian].
  27. Tomme, M.F. (1964). *Korma SSSR. Sostav i pitatel'nost'* [Forage of the USSR. Composition and nutritional value]. Moskva: Kolos [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу 03.06.2021