

## ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) НА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ҐРУНТАХ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ І ВАПНУВАННЯ

В.М. Польовий, Л.А. Ященко, Г.Ф. Ровна, Б.В. Гук, Н.О. Ювчик

*Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН*

*(с. Шубків, Рівненський р-н, Рівненська обл., Україна)*

*e-mail: rivne\_apv@ukr.net; ORCID: 0000-0002-3133-9803*

*e-mail: yashchenko.liudmyla@gmail.com; ORCID: 0000-0003-1407-0133*

*e-mail: rivne\_apv@ukr.net; ORCID: 0000-0002-7599-5650*

*e-mail: rivne\_apv@ukr.net; ORCID: 0000-0002-8666-2667*

*e-mail: yuvchik2020@ukr.net; ORCID: 0000-00012-5626-0201*

У статті подано оцінку стану і прогнозу змін балансів гумусу й елементів живлення під впливом антропогенних чинників, зокрема удобрення, що є одним із критеріїв екологічного моніторингу навколишнього середовища. До того ж, запровадження досконалої, з екологічної точки зору, системи удобрення повинно забезпечувати на рівні зі збереженням родючості ґрунту економічну ефективність вирощування культур. Система удобрення включає варіанти вапнування одинарною нормою доломітового борошна, яка встановлена за показником гідролітичної кислотності ( $H_2$ ), мінерального живлення  $N_{120}P_{60}K_{90}$  та на їх фоні додавання сірки  $S_{40}$  і мікродобрива Нутривант Плюс зерновий (2 кг/га) позакоренево. Заорювання побічної продукції є джерелом надходження органічного вуглецю і поживних елементів. Встановлено, що вихід соломи пшениці озимої у розрізі варіантів змінювався у межах 2,04–4,47 т/га. Внесення  $N_{120}P_{60}K_{90}$  з додаванням  $S_{40}$  і мікродобрива Нутривант Плюс зерновий забезпечило найбільшу кількість кореневих (1,27 т/га) і поверхневих (1,47 т/га) решток, що вплинуло на показники балансів, зокрема, відзначено додаткове сальдо балансу гумусу на рівні 1,39 т/га. Різниця показників у варіантах із соломою і без неї дала можливість констатувати, що за рахунок її заробляння у ґрунті накопичувалося до 27–31% відносних величин новоствореного гумусу. Досліджено, що оптимізація умов живлення за рахунок удобрення і вапнування спричинило збільшення виносу елементів живлення культурою, що разом із непродуктивними втратами зумовило погіршення балансових показників. Однак, оскільки збільшення відчуження відбувається за показників інтенсивності балансу, який по азоту, фосфору і калію перевищують 100%, це дає змогу зробити висновок, що запропоноване удобрення пшениці озимої  $N_{120}P_{60}K_{90}$  з додаванням  $S_{40}$  і мікродобрива сумісно з одинарною нормою за гідролітичною кислотністю доломітового борошна забезпечило розширене відтворення родючості дерново-підзолистого ґрунту наряду з ростом економічної доходності вирощування культури. У зазначеному варіанті урожайність зерна 3,85 т/га зумовила найвищу окупність витрат на удобрення і вапнування на рівні 1,52 грн/га.

**Ключові слова:** баланс, гумус, азот, фосфор, калій, урожайність, пшениця озима.

### ВСТУП

Важливим показником родючості ґрунту є вміст гумусу, який відіграє важливу роль у водно-фізичних, агрохімічних та біологічних властивостях. Дерново-підзолисті ґрунти відрізняються низьким вмістом

поживних та органічних речовин, кислою реакцією ґрунтового розчину. Тому важливо постійно контролювати динаміку гумусного стану та показників вмісту рухомих поживних речовин для охорони ґрунтів від деградації. Наразі проблема родючості є актуальною, особливо за зменшення використання у землеробстві органічних, мі-

неральних добрив і вапнякових меліорантів. Це спричинило порушення екологічної рівноваги між основними елементами живлення рослин, від'ємний баланс органічної речовини ґрунту, збільшення площ кислих ґрунтів [1–6].

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Доцільність та технології вирощування тих чи інших сільськогосподарських культур, їх частка в структурі посівних площ суб'єктами господарювання в Україні визначається насамперед за їх прибутковістю. Оцінка впливу культур та систем їх удобрення на родючість ґрунтів часто відходить на другий план. У той самий час багаточисельні результати досліджень переконливо свідчать, що динамічне зростання продуктивності землеробства можливе лише за розширеного відтворення родючості ґрунтів [1–4]. Її стан та спрямованість ґрунтових процесів, пов'язаних з його формуванням, визначається багатьма чинниками, але насамперед біологічними особливостями сільськогосподарських культур, системами їх удобрення та цільовим використанням їх побічної продукції [5].

Гарантування екологічної безпеки можливе на основі моніторингу навколишнього середовища, оцінки і прогнозу змін його стану під впливом антропогенних чинників. Для забезпечення екологічної безпеки, особливо актуальним, є вибір оптимальних природоохоронних стратегій, які включають систему агроекологічних спостережень, комплексну оцінку щодо вивчення агроландшафтів і агроєкосистем з урахуванням абіотичних і соціально-економічних чинників, контролю та прогнозування змін родючості ґрунтів, їх екологічного стану з метою управління їхньою продуктивністю в сучасних ринкових умовах [6–8].

З іншого боку слід враховувати, що в ринкових умовах господарниками не будуть запроваджуватись найдосконаліші з екологічної точки зору системи удобрення сільськогосподарських культур, якщо вони не будуть економічно вигідними [9–10]. Тому розроблення еколого-економічно зба-

лансованих систем удобрення, адаптованих до теперішніх реалій ведення землеробства, є пріоритетним завданням сільськогосподарської науки.

**Метою наших досліджень** було вивчити вплив різних варіантів вапнування та системи удобрення пшениці озимої на формування балансів гумусу та елементів живлення, показники економічної ефективності на дерново-підзолистому ґрунті Західного Полісся.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польові дослідження проводили впродовж 2017–2019 рр. у стаціонарному досліді Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН у короткоротаційній сівозміні на дерново-підзолистому ґрунті. Дослідження здійснювали на трьох полях; чергування культур — пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий, ріпак озимий. Посівна площа ділянки 99 м<sup>2</sup>, облікова — 50 м<sup>2</sup>, повторність дослідів — триразова. Розміщення варіантів у досліді послідовне. Технологія вирощування пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) — загальноприйнята для зони Полісся. Захист від шкідників, хвороб і бур'янів проводили за інтенсивною технологією.

Мінеральні добрива вносили згідно зі схемою дослідів, N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> у формі аміачної селітри, амофосу, калію хлористого. Хімічні меліоранти застосовували перед закладанням стаціонарного дослідів згідно зі схемою дослідів у формі доломітового борошна, одинарну дозу якого визначали за показником гідролітичної кислотності (Нг).

Азотні (N<sub>30</sub>), фосфорні, калійні та сіркові (S<sub>40</sub>) добрива вносили під основний обробіток ґрунту, N<sub>60</sub> — у ранньовесняне підживлення, N<sub>30</sub> — у фазі кінець кушціння. Позакореневе підживлення посівів мікродобривом Нутривант Плюс зерновий (2 кг/га) проводили у фазі весняного кушціння та виходу в трубку.

Статистичну обробку отриманих результатів досліджень здійснювали методом дисперсійного аналізу за Б.О. Доспеховим

із використанням комп'ютерних програм Microsoft Office Excel, Statistica 5.0.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дерново-підзолистим ґрунтам, особливо легкого гранулометричного складу, як правило, характерні підвищена кислотність та низький вміст органічної речовини і елементів живлення. Підвищення їх родючості можливе лише за комплексного покращення названих чинників шляхом цілеспрямованого регулювання систем удобрення сільськогосподарських культур. Одним із найбільш доступних методів оцінки їх досконалості є показники балансів гумусу та елементів живлення, які формуються в ґрунті за їх застосування.

Аналізуючи баланс органічної речовини в ґрунті важливо відзначити, що в зв'язку з різким скороченням за останні два десятиліття промислового тваринництва змінилось цільове використання побічної продукції рослинництва. Якщо раніше вона використовувалась переважно на корм і підстилку, то наразі майже вся заробляєть-

ся в ґрунт як добрива і є важливим джерелом органічного вуглецю та елементів живлення. Обсяги їх надходження в ґрунт істотно залежать від видів сільськогосподарських культур і систем їх удобрення.

Результати проведеного обліку виходу соломи пшениці озимої показали, що в розрізі варіантів дослідів він змінювався в межах 2,04–4,47 т/га (рис. 1). Найбільше значення 4,47 т/га отримано у варіанті з внесенням на фоні однієї дози  $\text{CaMgCO}_3$   $\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$  +  $\text{S}_{40}$  + мікродобриво. Така система удобрення також забезпечила і найбільшу кількість кореневих і поверхневих решток, відповідно 1,27 і 1,47 т/га. Сумарне надходження органічної речовини в перерахунку на суху становило 7,21 т/га. В її структурі солома сягала 62%, кореневі рештки – 18, поверхневі рештки – 20%.

Результати розрахунків показників балансу гумусу засвідчили, що поліпшення умов живлення пшениці озимої шляхом зниження кислотності ґрунту та оптимізації удобрення зумовлювало покращення балансу гумусу в ґрунті. Якщо у контрольному варіанті його додатне сальдо сягало

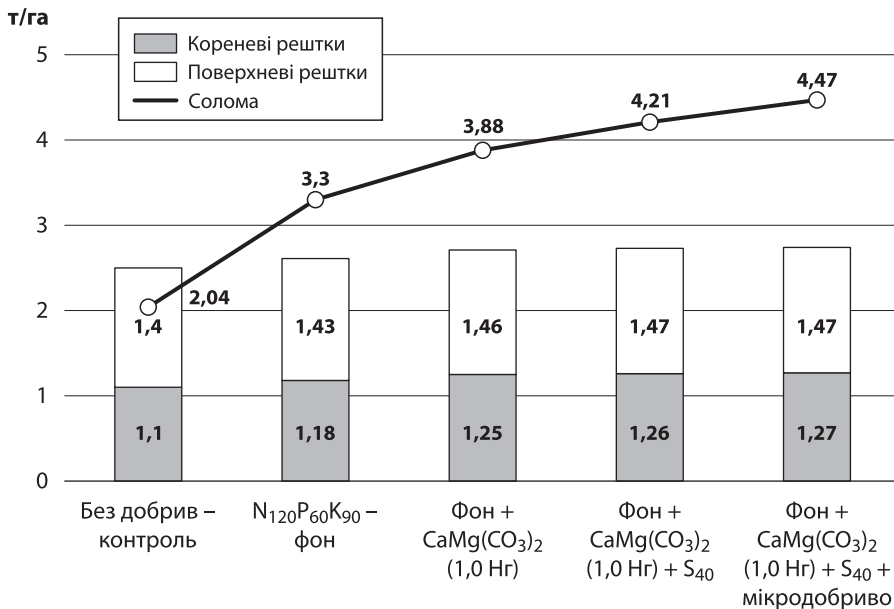
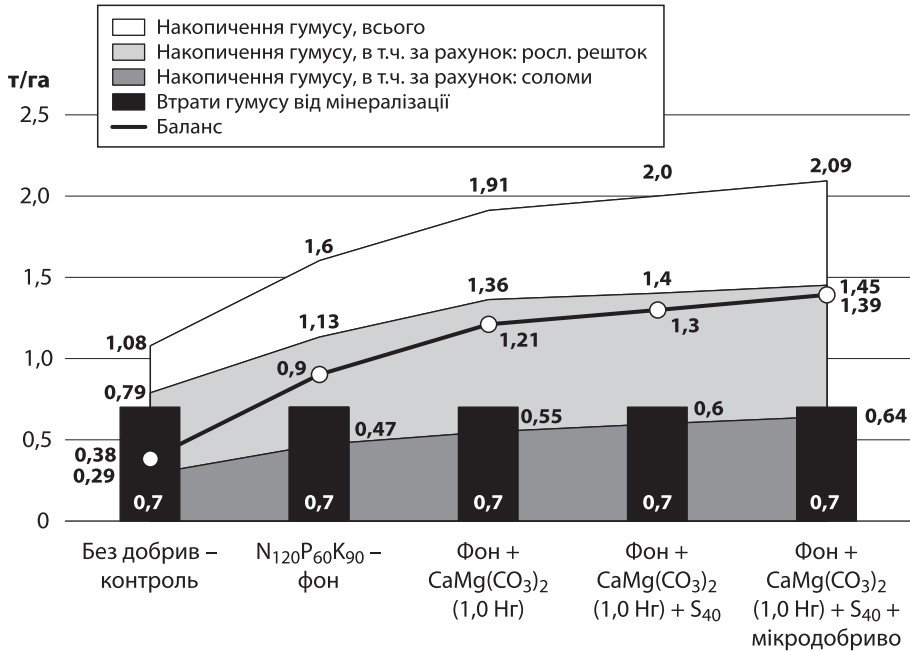


Рис. 1. Урожайність соломи та рослинних решток пшениці озимої залежно від удобрення та вапнування, середнє за 2017–2019 рр.



**Рис. 2.** Баланс гумусу в дерново-підзолистом ґрунті за вирощування пшениці озимої в чотирипільній сівозміні залежно від удобрення та вапнування, середнє за 2017–2019 рр.

0,38 т/га, на фоні N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> – 0,92 т/га, то за комплексного застосування однієї дози CaMgCO<sub>3</sub> + N<sub>120</sub> + S<sub>40</sub> + мікродобриво – 1,39 т/га (рис. 2).

Виключення соломи із розрахунків дало можливість встановити її роль у формуванні балансу гумусу. Отримані дані показали, що залежно від варіантів системи удобрення завдяки зароблянню в ґрунт соломи може додатково накопичуватись 0,29–0,64 т/га, або 27–31 відсотків новоутвореного гумусу.

Одним із найважливіших критеріїв екологічної зрівноваженості систем удобрення сільськогосподарських культур є показники балансів елементів живлення у ґрунті, які вони забезпечують. Дані табл. 1 свідчать, що винос азоту, фосфору і калію з ґрунту врожаєм пшениці озимої варіював у дуже широкому інтервалі, насамперед, у зв'язку з активним його зростанням на бідних дерново-підзолистих ґрунтах за оптимізації умов живлення. Крім того, за внесення добрив уміст елементів живлен-

ня у зерні і соломі порівняно з контролем також зростає. Якщо у варіанті без добрив із зерном, соломою та непродуктивними втратами з ґрунту відчужувалося 62,5, 16,4 і 32,9 кг/га відповідно азоту, фосфору і калію, то за внесення на фоні однієї дози доломітового борошна за гідролітичною кислотністю N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + S<sub>40</sub> + мікродобриво відповідно 180,6, 52,9 і 88,9 кг/га.

У досліді основним джерелом надходження елементів живлення у ґрунт були мінеральні добрива, тому на їх фоні різниця між варіантами зумовлювалась тією кількістю, яка поступала в ґрунт із соломою. У варіанті без добрив з різних джерел в ґрунт надходило 51,3 кг/га, 6,3 і 31,4 кг/га відповідно азоту, фосфору і калію. На фоні N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> загальне надходження цих елементів у розрізі варіантів досліду становило відповідно 195,6–212,2 кг/га, 72,8–76,8 і 135,3–158,4 кг/га. Частка азоту, фосфору і калію, яка надійшла з соломою в наведених їх кількостях становила відповідно 10–11%, 15–19 і 26–37%, що вказує її важливу роль

Таблиця 1. **Баланс НРК в дерново-підзолистому ґрунті за вирощування пшениці озимої у чотирипільній сівозміні залежно від удобрення та вапнування, середнє за 2017–2019 рр., кг/га**

Стаття балансу	Елементи живлення	Варіант				
		Без добрив – контроль	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> – фон	Фон + CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (1,0 Нг)	Фон + CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (1,0 Нг) + S <sub>40</sub>	Фон + CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (1,0 Нг) + S <sub>40</sub> + мікродобриво
Надходження	N	<u>51,3</u> 10,0	<u>195,6</u> 20,4	<u>202,2</u> 20,6	<u>207,8</u> 22,6	<u>212,2</u> 24,1
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<u>6,3</u> 4,3	<u>72,8</u> 10,8	<u>72,3</u> 10,3	<u>74,9</u> 12,9	<u>76,8</u> 14,8
	K <sub>2</sub> O	<u>31,4</u> 21,8	<u>135,3</u> 35,7	<u>148,7</u> 49,1	<u>154,0</u> 54,4	<u>158,4</u> 58,8
Відчування	N	62,5	132,4	160,9	170,6	180,6
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	16,4	32,3	42,8	48,0	52,9
	K <sub>2</sub> O	32,9	53,0	73,8	81,0	88,9
Баланс	N	-11,2	63,2	41,3	37,2	31,6
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-10,1	40,5	29,5	26,9	23,9
	K <sub>2</sub> O	-1,5	82,3	74,9	73,0	69,5

*Примітка.* Надходження: чисельник – всього, знаменник – у т.ч. з соломой.

у поповненні ґрунтових запасів не лише органіки, а й мінеральних елементів.

Розрахунки балансу елементів живлення у ґрунті за різних варіантів системи удобрення пшениці озимої показали, що внесення N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> забезпечувало його формування з найкращим додатнім салдо: N – 63,2 кг/га, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 40,9 і K<sub>2</sub>O – 82,3 кг/га. Однак за внесення вказаної норми добрив у комплексі з CaMgCO<sub>3</sub> (1,0 Нг), S<sub>40</sub> + мікродобриво баланс азоту становив 31,6; фосфору – 23,9 і калію – 69,5 кг/га. Погіршення балансів елементів живлення у цьому варіанті порівняно з фоном обумовлене покращенням умов живлення пшениці озимої, що зумовило до різкого підвищення врожайності і, відповідно, їх виносу. Своєю чергою, збільшення виносу в зв'язку зі зростанням урожайності є позитивним явищем, якщо відбувається в межах додатніх балансів азоту, фосфору і калію та свідчить про більш ефективне використання внесення добрив.

Співвідношення між надходженням і виносом елементів живлення в ґрунті оцінюється за показником інтенсивності балансу. Наведені розрахункові дані свідчать, що вапнування ґрунту, доповнення системи удобрення пшениці озимої внесенням сірки і мікродобрив зумовило зниження інтенсивності балансу азоту, фосфору і калію. Якщо на фоні N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> її значення для згаданих елементів становило відповідно 148%, 225, 255%, то за внесення N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + CaMgCO<sub>3</sub> (1,0 Нг) + S<sub>40</sub> + мікродобриво відповідно 117%, 145 і 178%. Однак, слід відзначити, що для ґрунтів із низькою забезпеченістю елементами живлення важливо, щоб інтенсивність їх балансів перевищувала 100%, що є основною передумовою розширення відтворення їх родючості.

Базовими чинниками, необхідними для прибуткового ведення землеробства на низькородючих ґрунтах легкого гранулометричного складу є вапнування та раціональне застосування добрив. Результати

Таблиця 2. Економічна ефективність удобрення та вапнування за вирощування пшениці озимої на дерново-підзолистому ґрунті в чотириріпільній сівозміні, середнє за 2017–2019 рр.

Варіант досліджу	Урожайність, т/га	Приріст урожаю, т/га	Витрати на удобрення і вапнування, грн/га	Вартість приросту продукції, грн/га	Умовно-чистий дохід, грн/га	Окупність витрат на удобрення і вапнування, грн/га
Без добрив – контроль	1,46	–	–	–	–	–
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> – фон	2,50	1,04	5957	5026	–	–
Фон + СаMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (1,0 Нг)	3,46	2,00	6665	9666	3001	1,45
Фон + СаMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (1,0 Нг) + S <sub>40</sub>	3,66	2,20	6964	10633	3669	1,53
Фон + СаMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (1,0 Нг) + S <sub>40</sub> + мікродобриво	3,85	2,39	7599	11551	3952	1,52

досліджень, наведені у *табл. 2*, свідчать, що врожайність пшениці озимої у варіанті без добрив становила лише 1,46 т/га. Внесення рекомендованої норми мінеральних добрив – N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>, забезпечило її підвищення до 2,50 т/га, тобто було недостатньо ефективним. Однак, за внесення вказаної норми добрив у поєднанні з вапнуванням ґрунту однією дозою за гідролітичною кислотністю доломітового борошна зумовило зростання врожайності до 3,46 т/га, або у 1,4 раза. Завдяки доповненню системи удобрення внесенням S<sub>40</sub> врожайність зерна підвищилась на 0,20 т/га, що становить 5,8%. Найвищу врожайність – 3,85 т/га, отримано за комплексного застосування N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + S<sub>40</sub> + мікродобриво на фоні вапнування ґрунту СаMgCO<sub>3</sub> (1,0 Нг).

Основним показником економічної ефективності окремих елементів технологій та технологій вирощування сільськогосподарських культур загалом є величина чистого прибутку, який ними забезпечується. Розрахунки показали, що застосування оптимальної норми мінеральних добрив за кислої реакції ґрунтового розчину було збитковим. Завдяки вапнуванню ґрунту і

внесенню N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> отримано 3001 грн/га чистого прибутку (*табл. 2*).

Доповнення системи удобрення пшениці озимої внесенням S<sub>40</sub> і мікродобрив сприяли підвищенню чистого прибутку до 3952 грн/га за окупності 1 грн витрат на удобрення 1,52 грн чистого прибутку.

## ВИСНОВКИ

Внесення на кислому дерново-підзолистому зв'язно-піщаному ґрунті під пшеницю озиму N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> хоча і забезпечувало найкращі показники балансів гумусу та елементів живлення, проте отримано 931 грн/га збитків, що свідчить про недостатнє засвоєння останніх рослинами. Надлишок добрив може бути потенційним джерелом забруднення навколишнього середовища.

Комплексне застосування N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + S<sub>40</sub> + мікродобриво на фоні вапнування ґрунту СаMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (1,0 Нг) забезпечило підвищення врожайності до 3,85 т/га, що у 2,6 раза більше порівняно з контролем, 3952 грн/га чистого прибутку за сприятливих балансів гумусу та елементів живлення в ґрунті.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Мазур Г.А. Продуктивність агроценозу як функція рівня відтворення родючості ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 12. С. 75–76.
2. Демиденко О.В. Рециркуляційне відновлення фізико-хімічних і агрофізичних властивостей у процесі ґрунтоутворення чорнозему типового Лівобережжя.

бережного Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2013. Вип. 1–2. С. 26–37.

3. Цюк О.А. Зміни поживного режиму в агрофітоценозі пшениці озимої залежно від систем основного обробітку. *Науковий вісник НУБіП України*. 2015. Вип. 210. Ч. 1. С. 156–161.

4. Балуєк С.А., Мірошніченко М.М., Медведєв В.В. Наукові засади сталого управління ґрунтовими ресурсами. *Вісник аграрної науки. Спецвипуск*. 2018. № 1. С. 5–12. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-01>.

5. Шевчук М.Й., Веремєєнко С.І., Лопушніак В.І. Агрохімія: підруч. Ч. 2. Добрива та їх вплив на біопродуктивність ґрунту. Луцьк: Надстир'я, 2012. 440 с.

6. Kravchenko Y.S., Chen Q., Liu X. et al. Conservation practices and management in Ukrainian mollisols.

*Journal of Agricultural Science and Technology (JAST)*. 2016. V. 18. P. 845–854.

7. Volkohon V., Pyrig O., Volkohon K., Dimova S. Methodological aspects of determining the processes of organic matter mineralization synthesis in croplands. *Agricultural Science and Practice*. 2019. 6 (1). P. 3–9.

8. Білявський Г.О., Верестун Н.О. Агроекологічний моніторинг — основа забезпечення збалансованого розвитку агросфери Вінниччини. *Збірник наукових праць ВНАУ. Сер.: Екологія*. 2011. № 8 (48). С. 93–99.

9. Tiziano Gomiero. Soil degradation, land scarcity and food security: reviewing a complex challenge. *Sustainability*. 2016. Is. 8. P. 281. DOI: <https://doi.org/10.3390/su8030281>

10. Польовий В.М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві: моногр. Рівне: Волинські Обереги, 2007. 320 с.

## REFERENCES

- Mazur, H.A. (2012). Produktivnist ahrotsenozu yak funktsiia rivnia vidtvorennia rodiuchosti gruntiv [Productivity of agrocenosis as a function of the level of soil fertility reproduction]. *Visnyk ahrarnoyi nauky — Bulletin of Agricultural Science*, 12, 75–76 [in Ukrainian].
- Demydenko, O.V. (2013). Retsyrkuliatsiine vidnovlennia fizyko-khimichnykh i ahrofizychnykh vlastyvostei u protsesi gruntoutvorenna chornozemu typovoho livoberezhnoho lisostepu [Recirculation restoration of physicochemical and agro-physical properties in the process of soil formation of chernozem of a typical left-bank forest-steppe]. *Zbirnyk naukovykh prats' NNTS «Instytut zemlerobstva NAAN» — Collection of scientific works of NSC «Institute of Agriculture of NAAS», 1–2*, 26–37 [in Ukrainian].
- Tsiuk, O.A. (2015). Zminy pozhyvnoho rezhymu v ahrofitotsenozii pshenytsi ozymoi zalezno vid system osnovnoho obrobittu [Changes in the nutritional regime in the agrophytocenosis of winter wheat depending on the systems of main cultivation]. *Naukovyy visnyk NUBiP Ukrainy — Scientific Bulletin of NULES of Ukraine*, 210 (1), 156–161 [in Ukrainian].
- Baliuk, S.A., Miroshnychenko, M.M. & Medvediev, V.V. (2018). Naukovi zasady staloho upravlinnia gruntovymy resursamy [Scientific principles of sustainable management of soil resources]. *Visnyk ahrarnoyi nauky. Spetsvypusk — Bulletin of Agricultural Science, special issue*, 1, 5–12. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-01> [in Ukrainian].
- Shevchuk, M.I., Veremeienko, S.I. & Lopushniak, V.I. (2012). *Ahrokhimiia (pidruchnyk). Ch. 2. Dobryva ta yikh vplyv na bioproduktivnist gruntu [Agrochemistry (textbook). Part 2. Fertilizers and their impact on soil bioproductivity]*. Lutsk: Nadstyr'ia [in Ukrainian].
- Kravchenko, Y.S., Chen, Q. & Liu, X. (2016). Conservation Practices and Management in Ukrainian Mollisols. *Journal of Agricultural Science and Technology (JAST)*, 18, 845–854 [in English].
- Volkohon, V., Pyrig, O., Volkohon, K. & Dimova, S. (2019). Methodological aspects of determining the processes of organic matter mineralization synthesis in croplands. *Agricultural Science and Practice*, 6 (1), 3–9 [in English].
- Biliavskiy, H.O. & Verestun, N.O. (2011) Ahroekologichnyi monitorynh — osnova zabezpechennia zbalansovanoho rozvytku ahrosfery Vinnychchyny [Agroecological monitoring is the basis for ensuring the balanced development of the agro-sphere of Vinnytsia region]. *Zbirnyk naukovykh prats' VNAU. Seriya: Ekolohiya — Collection of scientific works VNAU. Series: Ecology*, 8 (48), 93–99 [in Ukrainian].
- Tiziano Gomiero (2016) Soil Degradation, Land Scarcity and Food Security: Reviewing a Complex Challenge. *Sustainability*, 8, 281. DOI: <https://doi.org/10.3390/su8030281> [in English].
- Poloviy, V.M. (2007). *Optymizatsiia system udobrennia u suchasnomu zemlerobstvi: monohrafiia [Optimization of fertilization systems in modern agriculture: monograph]*. Rivne: Volynski Oberehy [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 16.01.2021