

## ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР НА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОМУ ҐРУНТІ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

В.М. Польовий<sup>1</sup>, Л.А. Ященко<sup>1</sup>, Г.Ф. Ровна<sup>1</sup>, Т.М. Колесник<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН  
(с. Шубків, Рівненська обл., Україна)

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

e-mail: rivne\_apv@ukr.net; ORCID: 0000-0003-1407-0133

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

<sup>2</sup> Національний університет водного господарства та природокористування  
(м. Рівне, Україна)

e-mail: t.m.kolesnyk@nuwm.edu.ua; ORCID: 0000-0002-2637-7733

Висвітлено вплив культур короткоротаційної сівозміни Західного Полісся на екологічну складову дерново-підзолистого зв'язно-піщаного ґрунту шляхом аналізування показників балансу елементів живлення і гумусу та дано економічну оцінку їх вирощування. У статті використані результати отримані у польовому стаціонарному досліді із пшеницею озимою, кукурудзою на зерно, ячменем ярим та ріпаком озимим за період 2012–2020 рр. Для оцінки впливу культур на формування балансу обрано варіант із рекомендованою нормою мінеральних добрив на фоні 1,0 Нг (зідролітична кислотність) дози СаMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (доломітове борошно). Досліджено, що надходження елементів живлення з рослинницькою біомасою є потужним джерелом їх рециркуляції. Зокрема, найвищий вміст азоту (2,75 і 3,56%) і фосфору (0,99–0,95%) отримано у насінні пшениці озимої і ріпаку озимого, тоді як у побічній продукції відзначено накопичення калію (1,39 і 1,52%) відповідно. З урахуванням отриманих результатів визначено вплив вирощування культур на формування балансу елементів живлення і гумусу. Встановлено, що за вапнування і удобрення повернення у ґрунт побічної біомаси досліджуваних культур сформувало додатній баланс азоту в межах 29,6–43,4 кг/га, фосфору 23,0–54,9, калію 71,6–99,8 кг/га. Лише під кукурудзою на зерно за внесення N<sub>120</sub> отримано дефіцитний баланс азоту –47,5 кг/га. За рахунок пожнивно-кореневих решток і побічної продукції досліджуваних культур визначено додатній баланс гумусу: пшениця озима 0,73 т/га, кукурудзи на зерно 2,17, ячмінь ярий 0,40, ріпак озимий 0,11 т/га. Врахування економічної складової технології вирощування досліджуваних культур показало, що найбільший умовно чистий прибуток досягнуто для маржинальних культур: кукурудзи на зерно (19,8 тис. грн/га) і ріпаку озимого (14,4 тис. грн/га). Система удобрення пшениці озимої та ячменю ярого через обмежувальну дію інших чинників, насамперед, вологозабезпечення, не створила умови для реалізації запланованої врожайності, що зумовило низьку прибутковість їх виробництва.

**Ключові слова:** урожайність, азот, фосфор, калій, побічна продукція, пожнивно-кореневі рештки, баланс елементів, гумус, економічна ефективність.

### ВСТУП

Одним із критеріїв визначення доцільності вирощування тієї чи іншої сільськогосподарської культури є величина чистого прибутку з одиниці площі, який вона забезпечує. Високий рівень рентабельності виробництва окремих сільськогосподарських культур та спеціалізація великих

сільськогосподарських підприємств на вирощуванні експорт орієнтованих сільськогосподарських культур спричинили до різючих змін у структурі посівних площ. Зокрема, у зоні Полісся за останні десятиліття відбулося розширення площ посівів високмаржинальних культур, таких як пшениця озима, кукурудза на зерно, ріпак озимий, соя, соняшник. До того ж, останні з них донедавна не були характерними для

традиційних сівозмін Західного регіону України.

Впровадження інтенсивних культур на малобуферних ґрунтах Полісся без достатньо обґрунтованої системи удобрення може поглиблювати деградаційні процеси погіршення якісного стану земельних ресурсів, які залучені до сільськогосподарського обороту, що зумовлює необхідність комплексної еколого-економічної оцінки як для забезпечення прибутковості вирощуваної культури, так і раціонального використання ґрунту [1].

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Традиційно контроль за збалансованістю землекористування щодо родючості ґрунту провадиться шляхом оцінки агрохімічних показників перед початком та наприкінці ротації сівозміни, балансу органічної речовини та елементів живлення за цей період [2]. Однак наразі сівозміни в класичному розумінні дотримуються рідко, оскільки структура площ змінюється більшою мірою залежно від кон'юнктури ринку. Економіка продовжує залишатися головним визначальним фактором менеджменту сільськогосподарського виробництва [3]. У таких умовах методичні підходи, які застосовуються в процесі моніторингу за родючістю ґрунтів у сівозміні, переважно є малопридатними [4].

Проблема ускладнюється тим, що рекомендовані в минулому системи удобрення для зони Полісся передбачали внесення на 1 га сівозмінної площі 14–16 т/га гною, який був основним чинником забезпечення покращання родючості ґрунтів. Однак на сьогодні рівень насиченості органічними добривами становить 0,5–0,8 т/га посівної площі. Тривале застосування мінеральних добрив без внесення органічної речовини прискорює мінералізацію гумусу і погіршення якості ґрунту з усіма негативними наслідками, такими як вилюговування елементів, підвищення доступності токсичних елементів для рослин, зниження енергії мікробних угруповань ґрунту тощо [5; 6].

Тому важливо для забезпечення екологічної рівноваги проводити пошук і реалізацію прийомів, що підвищують ефективність виробництва та сприяють більш економному і зваженому використанню мінеральних добрив та інших засобів за вирощування сільськогосподарських культур [7].

У сучасних умовах основним джерелом поповнення органічної речовини ґрунту є кореневі і пожнивні рештки та побічна рослинницька продукція. Рослинні рештки сільськогосподарських культур наразі розглядаються в усьому світі як важливий ресурс відтворення органічної речовини і збереження функціональних властивостей ґрунту в агроценозах, як ключовий фактор для стійкого сільськогосподарського виробництва. Завдяки їх поверненню у ґрунт надходить вуглець, що покращує вміст у ньому органічної речовини. Залишки рослин також є джерелом поживних речовин (переважно макро-, а також мікроелементів). Окрім того, азот із рослинних залишків вимивається меншою мірою, ніж із мінеральних добрив, що сприятливо впливає на якість підземних вод [8–11].

З огляду на це, наряду з оцінкою економічних показників вирощування сільськогосподарської культури зростає актуальність питання участі конкретної культури у формуванні родючості ґрунтів, що може бути визначено через рівень показників балансу гумусу і поживних елементів [12].

**Мета досліджень** встановити вплив пшениці озимої, кукурудзи на зерно, ріпаку озимого і ячменю ярого на екологічну складову дерново-підзолистого зв'язно-піщаного ґрунту шляхом аналізування показників балансу елементів живлення і гумусу та дати економічну оцінку їх вирощування.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для умов Західного Полісся розрахунки балансу гумусу і елементів живлення проведені за результатами досліджень отриманих у польовому стаціонарному досліді, закладеному у 2012 р. на дерново-підзолистому зв'язно-піщаному ґрунті.

Для оцінки впливу культур на формування балансу обрано варіант із рекомендованою нормою мінеральних добрив на фоні 1,0 Нг дози  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , що відповідало 3,8 т/га фізичної маси доломітового борошна, внесеного перед закладанням дослідів. Система удобрення культур була такою: пшениця озима  $\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{90} + \text{S}_{40}$  + Нутривант Зерновий (2 кг/га); кукурудза на зерно  $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120} + \text{S}_{40}$  + Нутривант Зерновий (2 кг/га); ячмінь ярий  $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90} + \text{S}_{40}$  + Нутривант Зерновий (2 кг/га); ріпак озимий  $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120} + \text{S}_{40}$  + Нутривант Олійний (2 кг/га).

Аналіз рослинного матеріалу у повітряно-сухому стані на вміст елементів живлення після мокрого озолення за К'ельдалем здійснювали методами: азот — із реактивом Несслера, фосфор фотометрично, калій методом полуменевої фотометрії [13]. Обробку експериментальних даних виконано за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Office Excel.

Оцінку впливу культур на родючість ґрунту проводили через аналіз балансових показників азоту, фосфору і калію, які сформувався за їх вирощування. Під час розрахунку рівня відчуження елементів живлення використано показник їх господарського вносу і непродуктивні втрати елементів. У надходження НРК включено кількість елементів, що внесена із відповідною нормою мінеральних добрив та потрапила в ґрунт за рахунок повернення побічної продукції за заробляння рослинних решток.

Баланс гумусу розраховано за методикою [14]. У прибутковій статті враховується поповнення вуглецю з побічною продукцією і рослинними рештками (поживно-кореневими) з урахуванням коефіцієнта їх гуміфікації для дерново-підзолистого ґрунту. Витрати гумусу у ґрунті під окремими культурами визначені розмірами його мінералізації.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Сільськогосподарські культури мають різну дію на родючість ґрунту за рахунок біологічних особливостей: технологій вирощування, величини вносу елементів живлення та їх повернення з нетоварною продукцією [15; 16]. Комплексну оцінку впливу окремих культур найбільш доступно і доволі об'єктивно можна провести за їх внеском у формування балансу гумусу та поживних елементів у ґрунті. Ступінь достовірності показників балансу елементів значною мірою залежить від походження даних їх вмісту у продукції рослинництва — власні дослідження для конкретних умов чи узагальнені літературні показники.

За результатами наших досліджень в основній продукції найвищим вмістом азоту і фосфору відзначалося насіння пшениці озимої 2,75 і 0,99% та ріпаку 3,56 і 0,95% відповідно. Вміст калію варіював від 0,32% у зерні кукурудзи до 1,12% у насінні ріпаку озимого (табл. 1).

Слід відзначити, що співвідношення N:P:K у урожаї культур було більш вирів-

Таблиця 1. Вміст елементів живлення в основній і побічній продукції культур сівозміни, середнє за 2012–2020 рр., % на суху речовину

Продукція	Елемент живлення	Культура			
		пшениця озима	кукурудза на зерно	ячмінь ярий	ріпак озимий
Основна	N	2,75	1,90	1,80	3,56
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,99	0,59	0,86	0,95
	K <sub>2</sub> O	0,69	0,32	0,67	1,12
	N:P:K	1:0,4:0,3	1:0,3:0,2	1:0,5:0,4	1:0,3:0,3
Побічна	N	0,57	0,86	0,75	1,24
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,35	0,41	0,35	0,35
	K <sub>2</sub> O	1,39	1,32	1,43	1,52
	N:P:K	1:0,6:2,4	1:0,5:1,5	1:0,5:1,9	1:0,3:1,2

няним порівняно з побічною продукцією. Вміст азоту у соломі зростав від 0,57% для пшениці озимої до 1,24% для ріпаку озимого, тоді як відмінності за вмістом фосфору і калію між досліджуваними культурами були менш істотними.

Характерною особливістю систем землеробства України загалом та систем удобрення окремих культур і сівозміни за останні 10–15 років є використання практично усієї побічної продукції культурної рослинності. Зважаючи на це, існує потреба врахування екологічного впливу обсягів її накопичення і заробляння на властивості ґрунтів та умови росту і розвитку сільськогосподарських культур.

Серед досліджуваних культур сівозміни найбільшу сумарну кількість азоту, фосфору і калію з ґрунту 647 кг/га виносить кукурудза на зерно, що у 2,3 і 2,8 раза більше, ніж відповідно пшениця озима і ячмінь ярий та у 2,2 раза, ніж ріпак озимий (табл. 2).

Із агрохімічної точки зору надходження елементів живлення з рослинницькою біомасою є потужним джерелом їх рециркуляції, а також альтернативним джерелом органічних добрив. Заорювання у ґрунт соломи зернових колосових культур забезпечує надходження 26,3–29,7 кг/га азоту, 16,1–12,1 фосфору і 64,1–49,3 кг/га калію. Сумарна кількість надходження NPK за рахунок побічної продукції кукурудзи і ріпаку становила 401,6 і 153,9 кг/га, більше половини при цьому припадало на калій – відповідно 204,6 і 75,2 кг/га. Для цих культур частка повернення елементів від відчуження сягала: 44,5–40,4% азоту, 55,2–41,8 фосфору, 88,0–72,6% калію.

Хоча культури інтенсивного типу вирощування і виносять доволі велику кількість NPK із ґрунту, їх надходження, забезпечене як внесенням добрив, так і зароблянням побічної продукції, формує бездефіцитний баланс, рівні якого значно вищі науково рекомендованих, особливо

Таблиця 2. Роль побічної продукції у формуванні балансу елементів живлення, середнє за 2012–2020 рр., кг/га

Культура	Елемент живлення	Відчуження NPK всього	Надходження NPK		Баланс
			всього	у т. ч. із побічною продукцією	
Пшениця озима	N	135,5	165,1	26,3	29,6
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	55,1	78,1	16,1	23,0
	K <sub>2</sub> O	91,5	163,7	64,1	72,2
	NPK	282,1	406,9	106,5	
Кукурудза на зерно	N	299,7	252,2	133,3	-47,5
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	115,3	155,6	63,6	40,3
	K <sub>2</sub> O	232,6	304,2	204,6	71,6
	NPK	647,6	712,0	401,5	
Ячмінь ярий	N	108,1	147,1	29,7	39,0
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	44,8	99,7	12,1	54,9
	K <sub>2</sub> O	74,8	148,6	49,3	73,8
	NPK	227,7	395,4	91,1	
Ріпак озимий	N	151,8	195,2	61,4	43,4
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	41,4	107,4	17,3	66,0
	K <sub>2</sub> O	103,6	203,4	75,2	99,8
	NPK	296,8	506,0	153,9	

для ріпаку озимого. Лише для кукурудзи на зерно отримано від'ємний баланс азоту (-47,5 кг/га), який пов'язаний із високою продуктивністю культури.

Окрім покращання поживного режиму побічна продукція та поживно-кореневі рештки беруть безпосередню участь у формуванні балансу гумусу ґрунту (табл. 3).

Серед досліджуваних сільськогосподарських культур найбільшу кількість нетоварної органічної біомаси залишала після себе кукурудза на зерно – 25,4 т/га, тоді пшениця озима, ячмінь ярий і ріпак озимий у 2,6–3,4 рази менше. Відповідно найбільшу розрахункову кількість гумусу на рівні 3,73 т/га отримано для кукурудзи на зерно. Для решти культур у межах 1,10–1,43 т/га. Слід відзначити, що для зернових (пшениця, ячмінь) у накопиченні гумусу внесок поживно-кореневих решток становив 52,4–53,6%, що пов'язано з розвитком їх кореневої маси, тоді як для кукурудзи і ріпаку цей показник на рівні 38,9–34,2%.

Аналіз результатів визначення балансу гумусу засвідчив, що його витрати за рахунок мінералізації під досліджуваними культурами не переважали накопичення, що дало змогу сформувати додатній його показник під усіма культурами. Найбільше додатне сальдо отримано для кукурудзи на зерно 2,17 т/га, найменше 0,11 т/га для ріпаку озимого.

Отже, використання на удобрення побічної продукції рослинництва в умовах

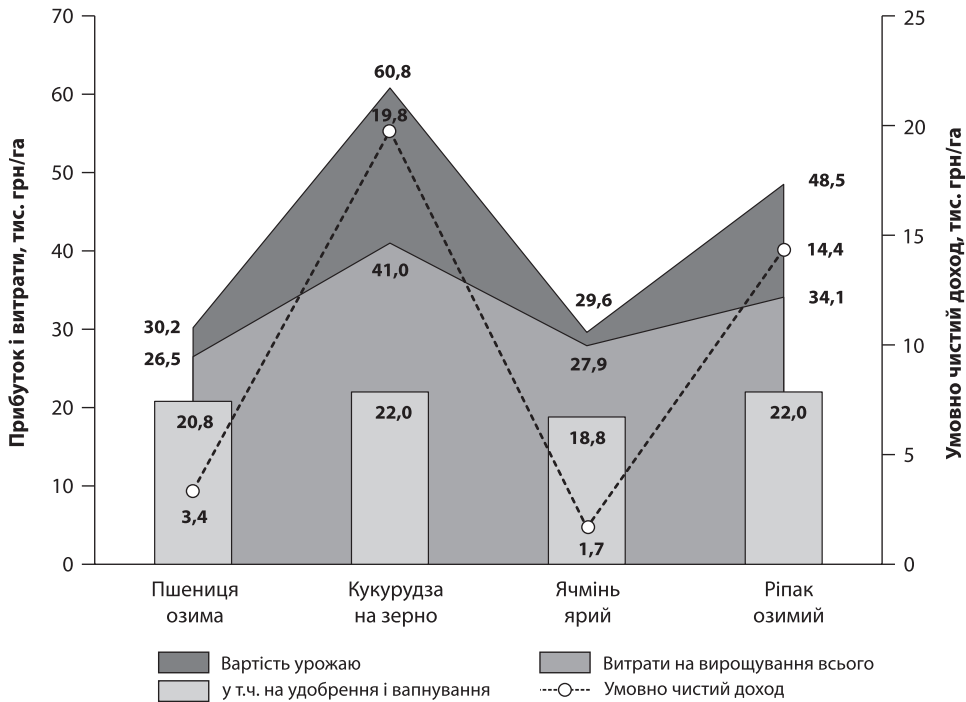
гострого дефіциту інших видів органічних добрив та мізерного внесення фосфорних і калійних добрив на сьогодні в Україні є основним чинником, стабілізуючим як гумусовий стан ґрунту, так і його поживний режим.

Основною метою галузі рослинництва є нарощування виробництва продукції і підвищення її прибутковості. Тому, якими досконаліми з екологічної точки зору не були б системи удобрення, їх практичне впровадження насамперед визначається економічною ефективністю. З огляду на це, еколого-економічна збалансованість інноваційних розробок є обов'язковою передумовою сталого розвитку землеробства. Основним показником економічної ефективності як окремих елементів технологій, так і технологій вирощування сільськогосподарських культур загалом є чистий прибуток (рис.).

Найбільше економічне навантаження за технологією вирощування щодо витрат встановлено для кукурудзи на зерно (41,0 тис. грн/га) і ріпаку озимого (34,1 тис. грн/га), серед яких більшу частину становлять витрати на удобрення – 22,0 тис. грн/га. Однак доволі висока вартість урожаю товарної продукції цих культур дала можливість отримати умовно чистий прибуток на рівні 19,8 і 14,4 тис. грн/га відповідно. Пшениця озима й ячмінь ярий мали незначну дохідність. Доволі висока витратна частина, зокрема на добрива 20,8–

Таблиця 3. Внесок рослинних решток і побічної продукції культур у формуванні балансу гумусу, середнє за 2012–2020 рр., т/га

Культура	Вихід нетоварної біомаси			Накопичення гумусу			Витрати гумусу від мінералізації	Баланс
	всього	у т. ч.		всього	у т. ч. за рахунок			
		поживно-кореневі рештки	побічна продукція		поживно-кореневі	побічної продукції		
Пшениця озима	9,71	5,10	4,61	1,43	0,75	0,68	0,70	0,73
Кукурудза на зерно	25,40	9,90	15,50	3,73	1,45	2,28	1,56	2,17
Ячмінь ярий	7,45	4,00	3,45	1,10	0,59	0,51	0,70	0,40
Ріпак озимий	7,67	2,72	4,95	1,11	0,38	0,73	1,00	0,11



Економічна ефективність вирощування культур на дерново-підзолистому ґрунті, середнє за 2012–2020 рр.

18,8 тис. грн/га, зумовила можливість отримання лише 3,40 та 1,70 тис. грн/га умовно чистого доходу. Основною причиною низької прибутковості пшениці озимої і ячменю ярого є отримання в 1,5–1,7 раза нижчої від передбаченої системою удобрення врожайності. Внесені під ці культури норми добрив хоча і зумовили додатні баланси азоту, фосфору і калію в ґрунті, але були низькоокупними. Крім того, якщо надлишок фосфору і калію сприятиме збільшенню вмісту їх рухомих форм у ґрунті, то невикористаний рослинами азот може зумовити забруднення ґрунтових вод чи посилення газоподібних його втрат. Це вказує на необхідність оптимізації всіх чинників, які впливають на формування врожайності культур, особливо на низькобуферному дерново-підзолистому зв'язно-піщаному ґрунті, та корегування кількості добрив, зважаючи на потенційно можливу врожайність у таких умовах.

## ВИСНОВКИ

Залучення нетоварної частини біомаси сільськогосподарських культур за рекомендованих норм їх удобрення на дерново-підзолистому ґрунті дає змогу сформувати балансові показники з додатнім сальдо як по елементах живлення, так і гумусу. За рекомендованого удобрення ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  (1,0 т/га) +  $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$  +  $\text{S}_{40}$  + Нутривант Зерновий (2 кг/га)) кукурудзи на зерно від'ємний баланс (мінус 47,5 кг/га) визначено лише для азоту. Тобто, кількість азоту  $\text{N}_{120}$  за врожайності в межах 9,0 т/га зерна є недостатньою для збереження азотного фонду досліджуваного ґрунту. Однак, при розрахунку балансу гумусу продуктивність кукурудзи забезпечила у 2,6–3,4 раза накопичення гумусу із пожнивно-коренових решток і побічної продукції порівняно з іншими культурами, при цьому отримано баланс на рівні 2,17 т/га. Найбільш рентабельним за економічними показниками є

вищування кукурудзи на зерно та ріпаку озимого — 19,8–14,4 тис. грн/га умовно чистого прибутку. Коригування доз елементів у системі живлення культур із урахуванням

можливого їх повернення без негативних екологічних наслідків для якісного стану ґрунту сприятиме ефективності виробництва загалом.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Оптимізація удобрення та родючість ґрунту у сівозмінах: моногр. / за ред. А.С. Заришняка. Київ: Аграрна наука, 2015. 208 с.
2. Діагностика стану хімічних елементів системи ґрунт–рослина / за ред. А.І. Фатєєва, В.П. Самохвалової. Харків: КП «Міськдрук», 2012. 146 с.
3. Brus Arnold H. Concepts in Crop Rotations. *Agricultural Science* / Ed. by Godwin Aflakpui. Intech Open, 2012. P. 29–31. DOI: <https://doi.org/10.5772/35935>
4. До проблеми аналітичної оцінки ефективності мінеральних добрив та екологічних обмежень їх норм: моногр. / за ред. О.В. Харченка, М.Г. Собка. Суми: Університетська книга, 2016. 31 с.
5. Використання добрив і пестицидів під урожай сільськогосподарських культур 2020 року. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
6. Menšík, L. et al. The effect of application of organic manures and mineral fertilizers on the state of soil organic matter and nutrients in the long-term field experiment. *Journal of Soils and Sediments*. 2018. Vol. 18. P. 2813–2822. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11368-018-1933-3>
7. Андрієнко О.О. Побічна продукція — невикористаний резерв землеробства. *Екологічні проблеми сучасності та шляхи їх вирішення*: матеріали II Регіон. наук.-практ. конф. (м. Кіровоград, 21 квіт. 2016 р.). Кіровоград: КОД, 2016. С. 97–100.
8. Сайко В.Ф. Використання та удобрення побічної продукції рослинництва в Україні. *Землеробство*. Вип. 81. Київ: ЕКМО, 2009. С. 3–9.
9. Замятин С.А., Максимова Р.Б. Почвоулучшающая роль пожнивно-корневых остатков в полевых севооборотах. *Вестник Марийского государственного университета. Сер.: «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки»*. 2020. № 3 (23). С. 287–294. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2020-6-3-287-294>
10. Stanislav Torma et al. Residual plant nutrients in crop residues — an important resource. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B. Soil and Plant Science*. 2018. Vol. 68:4. P. 358–366. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2017.1406134>
11. Aulakh M.S. et al. Yields and nitrogen dynamics in a rice-wheat system using green manure and inorganic fertilizer. *Soil Science Society of America Journal*. 2000. Vol. 64. P. 1867–1876. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2000.6451867x>
12. Польовий В.М., Яценко Л.А., Ровна Г.Ф. та ін. Еколого-економічні аспекти вирощування пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) на дерново-підзолистих ґрунтах залежно від удобрення і вапнування. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 2. С. 64–70. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234459>
13. Агрохімічний аналіз: практикум / за ред. М.М. Горднього. Київ: Арістей, 2007. 243 с.
14. Балюк С.А., Греков В.О., Лісовий М.В. Розрахунок балансу гумусу і поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління. Харків: КП «Міська друкарня», 2011. 30 с.
15. Єгоров О.В., Жидок Н.П., Грищенко О.М., Шабанова І.І. Вплив добрив на показники родючості дерново-підзолистих ґрунтів та продуктивність короткоротаційних сівозмін Полісся. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 3. С. 119–126. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240329>
16. Романова С.А., Гульванський І.М., Задорожна С.В., Матвеева В.О. Баланс гумусу в короткоротаційній польовій сівозміні. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 4. С. 29–32. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2019.189442>

## REFERENCES

1. Zaryshniak, A.S. (Ed.) (2015). *Optimizatsiia udobrennia ta rodichosti ґruntu v sivozminakh* [Optimization of fertilization and soil fertility in crop rotations]. Kyiv: Agrarian science [in Ukrainian].
2. Fatieieva, A.I. & Samokhvalova, V.P. (Eds.) (2012). *Diahnostyka stanu khimichnykh elementiv systemy ґrunt–roslyna* [Diagnosis of chemical elements state of the soil–plant system]. Kharkiv: KP «Miskdruk» [in Ukrainian].
3. Brus, Arnold H. & Godwin, Aflakpui (Ed.) (2012). Concepts in Crop Rotations. *Agricultural Science*. IntechOpen. DOI: <https://doi.org/10.5772/35935> [in English].
4. Kharchenko, O.V. & Sobko, M.H. (Eds.) (2016). *Do problemy analitychnoi otsinky efektyvnosti mineralnykh dobyru ta ekolohichnykh обмежен yikh norm: monohrafiya* [The problem of analytical assessment of the effectiveness of mineral fertilizers and environmental constraints of their standards. Monograph]. Sumy: Universytetska knyha [in Ukrainian].
5. Vykorystannia dobryv i pestytsydiv pid urozhai silskohospodarskykh kultur 2020 roku [Use of fertilizers and pesticides for the 2020 crop]. (nd.). URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian].
6. Menšík, L. et al. (2018). The effect of application of organic manures and mineral fertilizers on the state of soil organic matter and nutrients in the long-term

- field experiment. *Journal of Soils and Sediments*, 18, 2813–2822. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11368-018-1933-3> [in English].
7. Andriienko, O.O. (2016). Pobichna produktsiia – nevykorystanyi rezerv zemlerobstva [By-products – unused reserve of agriculture]. *Ekolohichni problemy suchasnosti ta shliakhy yikh vyreshennia: materialy II regionalnoi naukovo-praktichnoi konferentsii [Environmental problems of today and ways to solve them: materials of II region scientific-practical conference]*. (pp. 97–100). Kirovograd: Vyd-vo Eds KOD [in Ukrainian].
  8. Saiko, V.F. (2009). Vykorystannia ta udobrennia pobichnoi produktsii roslynnnytstva v Ukraini [Use and fertilization of crop by-products in Ukraine]. *Zemlerobstvo – Agriculture*, 81, 3–9. Kyiv: EKMO [in Ukrainian].
  9. Zamiatyn, S.A. & Maksymova, R.B. (2020). Pochvouluchshaiushchaia rol pozhnivno-kornevykh ostatkov v polevykh sevooborotakh [Soil-improving role of stubble-root residues in field crop rotations]. *Vestnyk Maryiskoho hosudarstvennogo unyversyteta. Seriya «Selskokhoziaistvennue nauky. Ekonomicheskie nauky» – Vestnik of the Mari State University. Chapter Agriculture. Economics*, 3 (23), 287–294. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2020-6-3-287-294> [in Russian].
  10. Stanislav, Torma et al. (2018). Residual plant nutrients in crop residues – an important resource. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B. Soil and Plant Science*, 68:4, 358–366. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2017.1406134> [in English].
  11. Aulakh, M.S. et al. (2000). Yields and nitrogen dynamics in a rice-wheat system using green manure and inorganic fertilizer. *Soil Science Society of America Journal*, 64, 1867–1876. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2000.6451867x> [in English].
  12. Polovyi, V.M., Yashchenko, L.A., Rovna, H.F. et al. (2021). Ekoloho-ekonomichni aspekty vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi (*Triticum aestivum* L.) na dernovo-pidzolystrykh gruntakh zalezhno vid udobrennia i vapnuvannia [Ecological and economic aspects of growing winter wheat (*Triticum aestivum* L.) on sod-podzolic soils depending on fertilizer and liming]. *Ahroekolohichni zhurnal – Agroecological journal*, 2, 64–70 DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234459> [in Ukrainian].
  13. Horodnii, M.M. (Ed.) (2007). *Ahrokhimichni analiz: praktykum [Agrochemical analyses: workshop]*. Kyiv: Aristei [in Ukrainian].
  14. Baliuk, S.A., Hrekov, V.O. & Lisovyi, M.V. (2011). *Rozrakhunok balansu humusu i pozhnyvnykh rechovyv u zemlerobstvi Ukrainy na riznykh rivniakh upravlinnia [Calculation of the balance of humus and nutrients in agriculture of Ukraine at different levels of government]*. Kharkiv: Miska drukarnia [in Ukrainian].
  15. Ehorov, O.V., Zhydok, N.P., Hryshchenko, O.M. & Shabanova, I.I. (2021). Vplyv dobryv na pokaznyky rodiuchosti dernovo-pidzolystrykh gruntiv ta produktyvnist korotkorotatsiynykh sivozmin Polissia [Influence of fertilizers on fertility indicators of sod-podzolic soils and productivity of short-rotation crop rotations of Polissia]. *Ahroekolohichni zhurnal – Agroecological journal*, 3, 119–126. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240329> [in Ukrainian].
  16. Romanova, S.A., Hulvanskyi, I.M., Zadorozhna, S.V. & Matveeva, V.O. (2019). Balans humusu v kootkorotatsiyniy poloviy sivozmini [Humus balance in short crop rotation]. *Ahroekolohichni zhurnal – Agroecological journal*, 4, 29–32. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2019.189442> [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 05.01.2022