

## ОБҐРУНТУВАННЯ МЕЖІ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КАЛІЙНИХ ДОБРИВ

**Г. М. ГОСПОДАРЕНКО**, доктор сільськогосподарських наук  
**А. Т. МАРТИНЮК**, кандидат сільськогосподарських наук  
**О. Д. ЧЕРНО**, кандидат сільськогосподарських наук  
Уманський національний університет садівництва

*Розглянуто питання окупності калійних добрив. Показано, що раніше виконані розробки нормативів окупності калійних добрив не завжди підтверджуються в сучасних умовах диспаритету цін. Показано, що окупність добрив є величиною комплексною і не сталою на різних культурах. Агрономічна ефективність від внесення калійних добрив потребує обов'язкового врахування післядії, а також різного виду витрат на їх застосування.*

***Ключові слова:** калійні добрива, сільськогосподарські культури, окупність добрив, поріг збитковості, межа підвищення ціни.*

**Постановка проблеми.** В Україні окупність мінеральних добрив урожаєм значно менша, ніж у країнах Європейського Союзу [10, 27]. Проте вона різна залежно від ґрунтово-кліматичних зон. Ефективність мінеральних добрив також істотно залежить від видів і форм добрив, способів і строків їх внесення [2]. Окупність добрив розраховується за низкою нормативних документів, де наведено нормативи витрати добрив і прибавок урожаю від застосування зростаючих їх доз [17, 20, 26], а також нормативи витрат добрив для одержання приросту врожаю [8, 18, 23]. Диспаритет цін між вартістю мінеральних добрив і вартістю сільськогосподарської продукції в Україні не завжди дозволяє одержати економічний ефект від застосування мінеральних добрив [11]. Нині для придбання 1 кг д. р. калійних добрив необхідно продати майже 4 кг зерна пшениці озимої. Тому питання обґрунтування доцільності й ефективності застосування калійних добрив є актуальним.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Не дивлячись на тривалу історію питання, дискусії з методології розрахунку та величини нормативів окупності калійних добрив серед учених і практиків виробництва продовжуються. До основних міфів з цього питання відносяться:

- в Україні значно менша окупність калію добрив, ніж у країнах Західної Європи;
- застосування калійних добрив у сучасних економічних умовах нерентабельне, тому їх застосування недоцільне;
- окупність калійних добрив досить низька, тому їх застосовувати доцільно лише на бідних ґрунтах.

Причиною цього є різні методичні підходи до проведення розрахунків. Більшість помилок пов'язані з віднесенням застосування добрив до поточних витрат виробництва, хоч багато форм добрив мають значну післядію і по суті є капітальними вкладеннями. Раніше виконані розробки «нормативів окупності» в зв'язку з поліпшення технологій вирощування культур значно занижені. Окупність добрив є величиною комплексною і не сталою в часі. Агрономічна ефективність від внесення добрив потребує обов'язкового врахування післядії. Термін «норматив окупності» не відповідає сучасним соціально-економічним умовам. Тому ліпше вживати загальноприйнятий у світовій практиці термін «агрономічна ефективність добрив» [15, 22].

У зв'язку з переходом сільського господарства на ринкові відносини вирішити нагальні проблеми на принципах затратної економіки неможливо. Розрахунки показують, що майже половина всіх витрат у технології вирощування культур припадає на добрива [25]. Для зниження енерговитрат на застосування добрив необхідно планувати їх застосування не для одержання максимально можливого врожаю, а на раціональний його рівень з максимальною окупністю одиниці діючої речовини і за помірних темпів поповнення ґрунтових запасів рухомих поживних речовин. Особливість взаємодії між рослиною, добривом, ґрунтом і погодою зумовлює складність встановлення потреби культур у калії і є вузьким місцем у системі застосування калійних добрив [28].

Ґрунти України мають значні запаси валового калію [19], тому існує думка про недоцільність додатного або навіть урівноваженого його балансу в сівозміні. Так, у Правобережному Лісостепу в польовій сівозміні збільшення вмісту рухомих сполук калію в чорноземі опідзоленому відбувається за дози калійних добрив, що становить 50 % від його винесення врожаями за умови залишення нетоварної частини врожаю на полі, а за її вилучення – 80 % [6]. При цьому рекомендується калійні добрива вносити під калієфільні культури, а наступні культури сівозміни будуть використовувати їх післядію. Відмічено [1], що динаміка вмісту обмінного калію в ґрунті, зайнятому рослинами і під чистим паром була однаковою. Зменшення кількості доступного калію впродовж вегетації, на думку вчених, більше залежить від переходу в необмінні форми, ніж від поглинання рослинами. Цей факт, а також відсутність стійкості ефективності калійних добрив вказує на економічну недоцільність застосування калійних добрив.

У тривалому досліді на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті встановлено, що поліпшення калійного стану ґрунту не пропорційне дозам калійних добрив. Подібно цій закономірності формується і продуктивність сівозміни [7]. Для оптимізації мінерального живлення у польових сівозмінах і підвищення родючості сірого лісового ґрунту Правобережного Лісостепу рекомендується максимально залучати нетоварну частину врожаю та вносити невисокі дози калійних добрив (50 кг/га д. р.) [12].

На чорноземі типовому Лівобережному Лісостепу в польових сівозмінах на 10–15 років можуть впроваджуватися системи удобрення, які не покривають винесення калію врожайми [9].

Не дивлячись на від'ємний баланс калію на чорноземах Молдови, більшість польових культур не реагують на внесення калійних добрив [13]. За оптимальної системи удобрення потреба в калійних добривах повністю відсутня для ячменю озимого і ярого, кукурудзи й гороху. Потреба у внесенні 40 кг  $K_2O$ /га встановлена для пшениці озимої, буряку цукрового, соняшнику, картоплі та овочів.

Отже, з огляду наукових джерел, рекомендовані в довідковій літературі дози калійних добрив зазвичай не враховують залишкового вмісту в ґрунті рухомих сполук калію і були розраховані за розвинутого в кожному господарстві тваринництва, що зумовлювало видалення нетоварної частини урожаю з поля. Тому в умовах енергетичної кризи важливо встановити сучасний рівень окупності калійних добрив.

Урахування економічних чинників внесення калійних добрив – важлива складова у вирішенні проблеми доцільності застосування калію на певному полі під конкретну культуру. Зрозуміло, що встановлення економічної доцільності внесення калійних добрив – тільки мала частина всього комплексу розрахунків рівня ефективності роботи певного господарства, яку в низці випадків можна і не враховувати. Але у зв'язку з диспаритетом цін на добрива і продукцію рослинництва, як окремих фрагмент оцінювання всієї діяльності господарства чи галузі рослинництва, важливо визначити окремо пряму економічну вигоду від внесення певного виду чи форми мінеральних добрива.

На жаль, єдиних загальноприйнятих критеріїв оцінювання економічної ефективності застосування добрив в цілому і, тим більше, окремих їх видів і форм не розроблено. Частково це пов'язано зі значною строкатістю ґрунтово-кліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур і їх реакцією на окремі елементи живлення [5, 16].

Офіційна методика розрахунків економічної ефективності в рамках системи державного планування в основному викладена в працях учених ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського», Інституту аграрної економіки й інших установ. В основу розрахунків покладено нормативна база частки участі добрив у формуванні приросту врожаю на основі даних географічної мережі польових дослідів і визначення фактичної окупності 1 кг їх діючих речовин приростом урожаю в зернових або кормових одиницях з досить складною системою визначення витрат на застосування добрив. Наприклад, для умов Білорусі [21] було розраховано продуктивність 1 га ріллі та частку участі в її формуванні добрив, яка склала в середньому 53 % від загального врожаю, а чистий дохід від добрив на орній землі досяг 190 % до суми витрат.

Також, з врахуванням частки участі добрив у формуванні приросту врожаю, були проведені розрахунки з економічного обґрунтування

застосування калійних добрив [3, 21]. З урахуванням особливостей ґрунтового покриву та вирощуваних культур був зроблений регіональний розрахунок окупності 1 кг  $K_2O$  добрив приростом урожаю, яка істотно не змінювалася по регіонах і перебувала в діапазоні 3,0–3,4 кг зернових одиниць [21]. Отримані дані дозволяють об'єктивно оцінити потребу в калійних добривах.

Наведені в літературі методики розрахунку економічної ефективності застосування добрив зазвичай стосувалися великих регіонів. Нині, у зв'язку з високою вартістю калійних добрив, виникла необхідність розрахунку ефективності їх застосування в конкретному господарстві.

Обґрунтуванню рівня удобрення та раціонального використання добрив присвятили свої дослідження чимало вчених, зокрема К. П. Афендулов, Л. М. Державін, Т. І. Іванова, Л. Кевай, Д. А. Кореньков, Т. Н. Кулаковська, О. В. Лазурський, В. Л. Локо, М. В. Лісовий, Ф. Е. Мосіюк, Б. С. Носко, А. Ольм, А. В. Піхо, В. П. Фефелов та ін. [14]. При цьому було використано критерії економічного оцінювання застосування добрив. Їх основу складає визначення меж економічної доцільності застосування добрив: мінімально необхідної прибавки урожаю та межі підвищення ціни на добриво.

Зростання витрат на застосування добрив і виробництво сільськогосподарської продукції, диспаритет цін на них викликають необхідність визначення меж збитковості застосування доз мінеральних добрив під певну культуру, в господарствах і певних регіонах країни.

По-перше, як зазначалося вище, необхідно встановити мінімально необхідну прибавку врожаю від добрив, щоб виправдати витрати на їх застосування. По-друге, важливо знати межу підвищення цін на добрива за одержуваного приросту врожаю. Це завдання може бути вирішено за пропонованою нижче методикою.

Правильніше та повніше оцінювання економічної ефективності застосування добрив встановлюється на основі системи таких основних показників: вихід продукції з одиниці площі, продуктивність праці, собівартість продукції, чистий прибуток, рентабельність виробництва продукції, окупність додаткових витрат на добрива, вартістю прибавки урожаю. Ці показники характеризують вплив добрив на кінцеві результати виробництва продукції за інших рівних умов. Вони взаємопов'язані і взаємозумовлені. Чим більше вихід продукції і вища продуктивність праці, нижча собівартість, більший чистий дохід і вища рентабельність виробництва продукції, тим вища економічна ефективність застосування добрив. Узагальнюючими з цих показників є вихід продукції і чистий дохід, що одержувані завдяки застосуванню добрив. За ними зазвичай і робляться остаточні висновки.

**Мета роботи** – обґрунтувати межі окупності калійних добрив під різні сільськогосподарські культури з врахуванням їх післядії, уточнити поняття нормативу окупності добрив, порогу збитковості та максимальної ціни на них.

**Методика досліджень.** На практиці зазвичай використовується більш простий спосіб оцінювання ефективності застосування добрив на

основі порівняння двох показників: вартості прибавки урожаю від них (ПУ) і додаткових витрат на застосування добрив (ДВ). Різниця між вартістю прибавки врожаю і додатковими витратами дає чистий дохід (ЧД), що одержаний від застосування добрив:  $ЧД = ПУ - ДВ$ . Чим більший чистий дохід і збільшення врожаю з одиниці посівної площі, тим вища економічна ефективність застосування добрив. Відношення вартості прибавки урожаю (ПУ) до додаткових витрат (ДВ) показує їх окупність (О):  $О = ПУ : ДВ$ . Цей показник показує, скільки на кожен гривню додаткових витрат на застосування добрив одержано додаткової продукції у грошовому еквіваленті.

На основі порівняння показників ПУ і ДВ визначаються і межі економічної ефективності застосування добрив:  $ПУ > ДВ$  (загальний вираз завдання). Приріст урожаю від добрив у натурі взятий на основі польових дослідів з добривами, проведених на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому дослідного поля Уманського національного університету садівництва [24]. Вартість прибавки врожаю від застосування калійних добрив визначали за середніми фактичними цінами реалізації продукції, що склалися на ринку по різних каналах збуту у VI кварталі 2021 р.

Додаткові витрати включали: вартість добрив, націнку на доставку їх у господарство, витрати на застосування добрив та на збирання прибавки урожаю від них. Вартість калійного добрива (калій хлористий) брали за діючими цінами придбання (16000 грн/т) з додаванням націнки на доставку їх у господарство. Витрати на застосування добрив у господарстві та на збирання прибавки врожаю встановлюються розрахунково за прийнятими нормативами.

Рівність  $ПУ = ДВ$  (нижня межа економічної ефективності застосування добрив, або поріг збитковості) означає, що врожай збільшився, але його вартість порівнюється з додатковими витратами. Тобто чистого доходу немає, а ефективність добрив у цьому випадку виражається лише в прирості врожаю. Зрозуміло, що фермери, а також виробники добрив та їх постачальники, як комерційні організації, зацікавлені не в рівності порівнюваних показників, а в отриманні максимально можливого чистого доходу і, відповідно, прибутку від добрив як реалізованої частини чистого доходу.

Мінімально необхідну прибавку врожаю від добрив визначали за такою формулою:

$$X = (ВД + НД + ВЗ) КД : Ц,$$

де X – шукана мінімально необхідна прибавка врожаю від добрив, т/га;

ВД – вартість добрив, грн/га;

НД – націнка за доставку добрив у господарство, грн/га;

ВЗ – витрати на застосування добрив у господарстві, грн/га;

КД – коефіцієнт використання калію добрив у рік внесення;

Ц – ціна реалізації 1 т прибавки врожаю, грн;

ВЗ – витрати на збирання 1 т прибавки врожаю від добрив, грн.

Межі підвищення цін на добрива визначали за формулою:

$$Y = PY - [(ND + ZD) K + VP],$$

де  $Y$  – шукана межа підвищення ціни на добриво, грн/га;

$PY$  – вартість прибавки урожайності від добрив, грн/га;

$ND$  – націнка за доставку добрив у господарство, грн/га;

$ZD$  – витрати на застосування добрив у господарстві, грн/га;

$K$  – коефіцієнт використання поживних речовин з калію хлористого в рік внесення – 0,7;

$VP$  – витрати на збирання прибавки врожаю, грн/га.

**Результати досліджень.** Встановлено, що ефективність калійних добрив залежить від сільськогосподарської культури (табл. 1).

**Табл. 1. Ефективність застосування калійних добрив під сільськогосподарські культури за збалансованого азотного й фосфорного живлення**

Культура	Доза $K_2O$ , кг/га	Витрати на калійні добрива, грн/га	Приріст урожаю від калійних добрив, т/га	Вартість приросту врожаю, грн/га	Окупність (збитковість) 1 кг $K_2O$ , грн	Мінімальна необхідна прибавка врожаю від калійних добрив, т/га
Пшениця озима	80	2456	0,82	5576	39,0	0,25
Жито озиме	60	1842	0,20	1164	-11,3	0,22
Ячмінь ярий	70	2149	0,18	1350	-11,4	0,20
Кукурудза	110	3377	1,90	14820	104,0	0,30
Сорго зернове	90	2763	0,23	1610	-12,8	0,28
Нут	60	1842	0,17	3111	21,2	0,07
Сочевиця	60	1842	0,10	3000	19,3	0,04
Соя	60	1842	0,28	4620	46,3	0,08
Гречка	50	1535	0,20	4800	65,3	0,04
Льон олійний	60	1842	0,10	2400	9,3	0,05
Рижій ярий	60	1842	0,07	2100	4,3	0,04
Буряк цукровий*	120	3684	1,00	1450	-18,6	1,78

*Примітка.* 1 – дані по пшениці озимій, ячменю ярому, кукурудзі, сої середні за 10 років у стаціонарному досліді, по решті культурах – за три роки проведення досліджень [24]; 2 – \*на тлі 40 т/га напівперепрілого гною ВРХ.

При цьому вартість приросту врожаю від їх застосування змінюється від 14820 грн/га (кукурудза) до 1164 грн/га (жито озиме).

Збитковим застосування з агрохімічного погляду оптимальних доз калійних добрив було під жито озиме, ячмінь ярий, сорго зернове й буряк цукровий, а мінімальна необхідна прибавка врожаю від них відповідно повинна становити 0,22 т/га; 0,20; 0,28 і 1,78 т/га. Необхідно також зазначити, що низька окупність застосування калійних добрив під буряк цукровий пояснюється внесенням великої кількості рухомих сполук калію з напівперепрілим гноєм

ВРХ. Звідси межа підвищення ціни на калій хлористий з урахуванням післядії добрива відповідно складе 6,9 і 129, 5 грн/га, без урахування післядії – 4,2 і 90,7 грн/га (табл. 2).

**Табл. 2. Межі підвищення ціни на калійні добрива під сільськогосподарські культури за збалансованого азотного й фосфорного живлення**

Культура	Доза K <sub>2</sub> O, кг/га	Межа підвищення ціни на калійне добриво		
		грн/га	грн/кг K <sub>2</sub> O	грн/т KCl
Пшениця озима	80	5158	64,5	38700
Жито озиме	60	851	14,2	8520
Ячмінь ярий	70	985	14,1	8460
Кукурудза	110	14246	129,5	77700
Сорго зернове	90	1140	12,7	7620
Нут	60	2798	46,6	27960
Сочевиця	60	2887	44,8	26880
Соя	60	4307	71,8	43080
Гречка	50	4539	90,8	54480
Льон олійний	60	2087	34,8	20880
Рижій ярий	60	1787	29,8	17880
Бурак цукровий*	120	824	6,9	4140

*Примітка. 1 – дані по пшениці озимій, ячменю ярому, кукурудзі, сої середні за 10 років у стаціонарному досліді [24], по решті культурах – за три роки проведення досліджень; 2 – \*на тлі 40 т/га напівперепрілого гною ВРХ.*

За доз внесення калійних добрив, що вивчалися в досліді, агрономічно виправданим буде їх застосування після такої ціни на калій хлористий, грн: до 17880 (під рижій ярий) і навіть до 77700 (під кукурудзу). За нинішньої ціни на калій хлористий (16000 грн/т) застосування його під жито озиме, ячмінь ярий, сорго зернове і буряк цукровий (на тлі 40 т/га гною) є збитковим. Це можна в певній мірі пояснити тим, що жито озиме і сорго зернове здатне засвоювати калій з важкорозчинних сполук ґрунту, а ячмінь ярий ефективно використовує післядію добрив, внесених під попередник. Низька ефективність калію хлористого на буряку цукровому пояснюється достатнім забезпеченням калієм з гною. Крім того, всі польові досліді були проведені на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому, який характеризується середнім рівнем забезпеченості рослин калієм.

Наведені розрахунки показують, наскільки важливо правильно встановити всі вихідні дані для вирішення питання в конкретних умовах господарювання. Вони також наочно свідчать, наскільки ефективними можуть бути калійні добрива за науково обґрунтованого їх застосування з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов. На практиці збільшення врожайності

сільськогосподарських культур від калійних добрив з урахуванням оптимальних доз, форм, строків і способів внесення можуть значно перевищувати середні прирости, взяті для розрахунків.

У наведених прикладах у розрахунках використані умовні показники і ціни, що склались на певний період. Для кожної зони, типу ґрунту, відстані перевезення добрив, культури, а також приросту врожаю, результати можуть бути різними. При цьому необхідно враховувати, що в наведені розрахунки закладалося тільки збільшення врожаю. Однак, як видно з результатів проведених досліджень [3, 4, 21], калійні добрива сприяють поліпшенню якості продукції, її лежкості й транспортуванню, підвищують стійкість рослин в екстремальних умовах. У виробничих умовах така дія калію добрив іноді може бути навіть важливішою, ніж просто прибавка врожаю основної продукції.

Не можна також забувати, що основна мета застосування добрив – не межі їх економічної ефективності, а отримання максимально можливої прибавки врожаю і чистого доходу від них у розрахунку на одиницю посівної площі та відновлення родючості ґрунту. Проведення ж таких розрахунків повинно застерігати і виробників, і споживачів добрив від порушення цієї основної вимоги.

**Висновки.** 1. За ціни на калій хлористий 16000 грн/т і витрат на його застосування в оптимальних дозах під польові культури на тлі збалансованого азотно-фосфорного живлення вартість приросту врожаю становить 1164–14820 грн/га.

2. Окупність (збитковість) 1 кг д. р. калійних добрив змінюється в широкому діапазоні – від –18,6 до 104,0 грн залежно від сільськогосподарської культури.

3. Межа збитковості ціни за одиницю діючої речовини калійних добрив за оптимальної дози внесення залежить від культури і знаходиться в діапазоні 6,9–129,5 грн/га. За нинішнього диспаритету цін на продукцію рослинництва і калій хлористий (16000 грн/т), його застосування є збитковим під жито озиме, ячмінь ярий, сорго зернове і буряк цукровий (за внесення на тлі 40 т/га гною), що пояснюється забезпеченістю чорнозему опідзоленого рухомими сполуками калію, біологічними особливостями культур і технологіями їх вирощування.

## Література

1. Гапиенко А. А., Сычевский М. Е. Результаты тридцатипятилетнего изучения эффективности калийных удобрений в полевых севооборотах Предгорного Крыма. *Научные труды Крымского ГАУ*. 2000. Вып. 66. С. 79–83.
2. Господаренко Г. М., Мартинюк А. Т., Бойко В. П. Продуктивність польової сівозміни у разі калійдефіцитної системи удобрення. *Вісник Полтавської ДАА*. 2021. № 1. С. 28–37.
3. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Нікітіна О. В. Агрохімія калію / за заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2021. 264 с.
4. Господаренко Г. М., Мартинюк А. Т. Водоутримувальна здатність буряку цукрового залежно від удобрення. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2020. Вип. 97. Ч. 1. С. 72–81.



5. Господаренко С. Г. Економічна ефективність мінеральної системи удобрення в польовій сівозміні. Матеріали конф. молодих учених. Умань, 2004. С. 39–40.
6. Господаренко Г. М. Розробка та обґрунтування інтегрованої системи удобрення в польовій сівозміні на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.04 – агрохімія. Київ, 2001. 40 с.
7. Дегодюк С. Е., Штупун Н. В., Чернишенко І. І. Трансформація калію в дерново-підзолистому ґрунті Полісся при удобренні. *Агрохімія і ґрунтознавство (специвипуск)*. Харків. 2002. Кн. 3. С. 203–205.
8. Добрива: довідник / за ред. М. М. Мірошниченка. Харків : ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2011. 224 с.
9. Доценко О. В. Вплив тривалого застосування добрив на агрохімічні показники чорнозему типового та ефективність ресурсноощадних систем удобрення: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.04 – агрохімія. Харків. 2013. 23 с.
10. Еволюція методологічних і методичних аспектів оцінки земель в Україні (наукова доповідь) / М. М. Федоров, В. Я. Месель-Веселяк, С. А. Балюк та ін. [за ред. М. М. Федорова]. Київ: ННЦ «ІАЕ», 2017. 84 с.
11. Калінчик М. В. Ільчук М. М., Калінчик М. Б. Економічне обґрунтування норм внесення мінеральних добрив залежно від ціни на ресурси та продукцію. Київ : Нічлава, 2006. 43 с.
12. Кириченко А. В. Трансформація сполук фосфору у сірому лісовому ґрунті за різних систем удобрення культур польової сівозміни в Правобережному Лісостепу: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.04 – агрохімія. Харків, 2015. 23 с.
13. Крупеников И. А. Черноземы. Возникновение, совершенство, трагедия деградации, пути охраны и возрождения. Кишинев: Pontos, 2008. 285 с.
14. Лебідь М. Т. Економічні основи застосування добрив в сільському господарстві: автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.07.02. Харків, 1999. 18 с.
15. Максаков В. И. О методике оценки эффективности удобрений. *Агротехнический вестник*. 2010. №6. С. 15–19.
16. Медведев В. В., Пліско І. В., Накісько С. Г., Тітенко Г. В. Деградація ґрунтів у світі, досвід її попередження і подолання. Харків : Стильна типографія, 2018. 168 с.
17. Методика експертної оцінки економічної доцільності застосування добрив / за ред. О. В. Харченка. Суми : Універс. книга, 2003. 33 с.
18. Методика разработки нормативов окупности минеральных удобрений прибавкой урожая сельскохозяйственных культур. Москва : ВНИИА, 2009. 64 с.
19. Носко Б. С., Лисовой Н. В., Столяр В. М. Калий в почвах Украины и эффективность калийных удобрений. Москва : МИК, 1996. 177 с.
20. Оцінка методичних підходів щодо екологічного обґрунтування застосування добрив під сільськогосподарські культури / за ред. О. В. Харченка, В. І. Прасола. Суми : Універс. книга, 2011. 48 с.
21. Прокошев В. В., Дерюгин И. П. Калий и калийные удобрения. Москва : Ледум, 2000. 185 с.

22. Пуховский А. В. К методике оценки окупаемости минеральных удобрений и мелиорантов. *Агротехнический вестник*. 2010. №1. С. 35–40.
23. Справочник по определению норм удобрений под планируемый урожай / под ред. Ф. Е. Мосиюка и др. Киев : Урожай, 1989. 512 с.
24. Стационарні польові дослідження України. Київ : Аграрна наука, 2014. 146 с.
25. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням / за ред. Д. І. Мазоренка, Г. Є. Мазнева. Харків : ХНТУСГ, 2006. 725 с.
26. Харченко О. В., Прасол В. І., Захарченко Е. А., Петренко Ю. М., Собко М. Г. До проблеми аналітичної оцінки ефективності мінеральних добрив та екологічних обмежень їх норми. Суми: Університетська книга, 2016. 32 с.
27. Христенко А. А. Калийное состояние почв и эффективность удобрений. Харьков : ФЛП Бровин А. В., 2017. 120 с.
28. Христенко А. А., Мирошніченко Н. Н., Гладких Е. Ю. Рекомендации по эффективному использованию калийных удобрений на почвах Украины. Харьков, 2013. 36 с.

### References

1. Gapienko, A. A., Sychevsky, M. E. (2000). Results of a thirty-five-year study of the effectiveness of potash fertilizers in field crop rotations in the Foothills of the Crimea. *Scientific studies of the Crimean GAU*, 2000, Issue, 66, pp. 79–83. (in Ukrainian)
2. Gospodarenko, G. M., Martyniuk, A. T., Boyko, V. P. (2021). Productivity of field crop rotation in the case of potassium deficiency fertilizer system. *Bulletin of the Poltava GAA*, 2021, no 1, pp. 28–37. (in Ukrainian)
3. Gospodarenko, G. M., Chernov, O. D., Nikitina, O. V. (2021). Agrochemistry of potassium / for general. ed. G.M. Gospodarenko. Kyiv: TROPEA LLC, 264 p. (in Ukrainian).
4. Gospodarenko, G. M., Martyniuk, A. T. (2020). Water-holding capacity of sugar beet depending on fertilizer. *Coll. of scient. Works of Uman NUS*, 2020, no. 97. part. 1. pp. 72–81. (in Ukrainian).
5. Gospodarenko, S. G. (2004). Economic efficiency of mineral fertilizer system in field crop rotation. *Proceedings of the conference. young scientists*. Uman, 2004. Pp. 39–40. (in Ukrainian).
6. Gospodarenko, G. M. Development and substantiation of integrated fertilization system in field crop rotation on chernozem podzolic Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Dis. Dr. agr. Sciences. Kyiv, 2001. 40 p. (in Ukrainian).
7. Degodyuk, S. E., Shtupun, N. V., Chernyshenko, I. I. (2002). Transformation of potassium in sod-podzolic soil of Polissya during fertilization. *Agrochemistry and soil science (special issue)*. Kharkiv. Book. 3. Pp. 203–205. (in Ukrainian).
8. *Fertilizers: handbook* / ed. MM Miroshnichenko. Kharkiv: KhNAU named after V.V. Dokuchaeva, 2011. 224 p. (in Ukrainian).
9. Dotsenko, O. V. Influence of long-term application of fertilizers on agrochemical indicators of typical chernozem and efficiency of resource-saving fertilizer systems. Author's ref. dis. cand. s.-g. Sciences. Kharkiv, 2013. 23 p. (in Ukrainian).

10. *Evolution of methodological and methodological aspects of land valuation in Ukraine (scientific report)* / M. M. Fedorov, V. Ya. Mesel-Veselyak, S.A. Balyuk and others. [for ed. M.M. Fedorov]. Kyiv: NSC "IAE", 2017. 84 p. (in Ukrainian).
11. Kalinchik, M. V. Ilchuk, M. M., Kalinchik, M. B. (2006). Economic justification of mineral fertilizers depending on the price of resources and products. Kyiv: Nichlava, 2006. 43 p. (in Ukrainian).
12. Kirichenko, A. V. (2015). Transformation of phosphorus compounds in gray forest soil under different fertilization systems of field crop rotation crops in the Right-Bank Forest-Steppe. Author's ref. dis. cand. Agr. Sciences. Kharkiv. 23 p. (in Ukrainian).
13. Krupenikov, I. A. (1999) *Chernozems. Origin, perfection, the tragedy of degradation, ways of protection and rebirth*. Chisinau: Pontos, 2008. 285 p.
14. Lebid, M. T. (1999). Economic bases of application of fertilizers in agriculture. Author's ref. dis. Cand. econ. Science. Kharkiv, 1999. 18 p. (in Ukrainian)
15. Maksakov, V. I. (2010). On the method of assessing the effectiveness of fertilizers. *Agrochemical Bulletin*, 2010, no. 6, pp. 15–19.
16. Medvedev, V. V., Plisko, I. V., Nakisko, S. G., Titenko, G. V. (2018). *Soil degradation in the world, the experience of its prevention and overcoming*. Kharkiv: Stylish Printing House, 168 p. (in Ukrainian).
17. *Methods of expert assessment of economic feasibility of fertilizers* / ed. OV Kharchenko. Sumy: Univers. book, 2003. 33 p. (in Ukrainian).
18. Methods of developing standards for the payback of mineral fertilizers by increasing the yield of crops. Moscow: VNIIA, 2009. 64 p.
19. Nosko, B. S., Lisova, N.V., Stolyar, V. M. (1996). *Potassium in the soils of Ukraine and the effectiveness of potash fertilizers*. Moscow: MIK, 177 p.
20. Evaluation of methodological approaches to the environmental justification of the use of fertilizers for agricultural crops / ed. O.V. Kharchenko, V.I. Prasola. Sumy: Univers. book, 2011. 48 p. (in Ukrainian).
21. Prokoshev, V. V., Deryugin, I. P. (2000). Potassium and potassium fertilizers. Moscow: Ledum, 2000. 185 p.
22. Pukhovskiy, A. V. (2010). On the method of assessing the payback of mineral fertilizers and ameliorants. *Agrochemical Bulletin*, 2010, no. 1, pp. 35–40.
23. Handbook for determining the norms of fertilizers for the planned harvest / ed. FE Mosiyuk et al. Kiev: Harvest, 1989. 512 p.
24. Stationary field experiments of Ukraine. Kyiv: Agrarian Science, 2014. 146 p.
25. *Technological maps and costs of growing crops with different resources* / ed. D.I. Mazorenko, G.E. Maznev. Kharkiv: KhNTUSG, 206. 725 p. (in Ukrainian).
26. Kharchenko, O. V., Prasol, V. I., Zakharchenko, E. A., Petrenko, Y. M., Sobko, M. G. (2016). On the problem of analytical assessment of the effectiveness of mineral fertilizers and environmental constraints of their norm. Sumy: University Book, 32 p.
27. Khristenko, A. A. (2017). Potash condition of soils and efficiency of fertilizers. Kharkiv: FLP Brovin A.V., 2017. 120 p.
28. Khristenko A. A., Miroshnichenko N. N., Gladkikh E. Yu. (2013). Recommendations for the effective use of potash fertilizers on the soils of Ukraine. Kharkiv, 2013. 36 p. (in Ukrainian).

## Аннотация

**Господаренко Г. М., Мартынюк А. Т., Черно Е. Д.**

### **Обоснование предела целесообразности применения калийных удобрений**

Рассмотрены вопросы окупаемости калийных удобрений, что является одним из наиболее дискуссионных в агрономии, поскольку именно она определяет потребность в удобрениях и экономическую эффективность их применения. Показано, что окупаемость удобрений является величиной комплексной и не постоянной на различных культурах. Прирост урожая от удобрений в натуре взят на основе полевых опытов с удобрениями, проведенных на черноземе оподзоленном в Уманском НУС. Стоимость прибавки урожая от применения калийных удобрений определяли по средним фактическим ценам реализации продукции, сложившихся на рынке по различным каналам сбыта в VI квартале 2021 г.

Дополнительные расходы включали: стоимость удобрений, наценку на доставку их в хозяйство, расходы на применение в хозяйстве и расходы на сбор прибавки урожая от калийных удобрений. Стоимость калийного удобрения брали по действующей цене 16000 грн/т с добавлением наценки на доставку их в хозяйство. Расходы на применение удобрений в хозяйстве и на сбор прибавки урожая устанавливали расчетно по принятым нормативам. Разница между стоимостью прибавки урожая (ПУ) и дополнительными затратами (ДЗ) дает чистый доход, полученный от применения удобрений. Отношение стоимости прибавки урожая к дополнительным затратам показывает их окупаемость. На основе сравнения показателей ПУ и ДЗ определяли границы экономической эффективности применения удобрений:  $ПУ > ДЗ$  (общее выражение задания). Также рассчитывали минимально необходимую прибавку урожая от удобрений и пределы повышения цен на калийные удобрения.

Установлено, что при цене на калий хлористый 16000 грн/т и расходы на его применение в оптимальных дозах под полевые культуры на фоне сбалансированного азотно-фосфорного питания стоимость прироста урожая составляет 1164–14820 грн/га. Окупаемость (убыточность) 1 кг д. в. калийных удобрений меняется в широком диапазоне – от –18,6 до 104,0 грн в зависимости от культуры. Предел убыточности цены за единицу действующего вещества калийных удобрений при оптимальной дозе внесения зависит от культуры и находится в диапазоне 6,9–129,5 грн/га. При нынешнем диспаритете цен на продукцию растениеводства и калий хлористый, его применение является убыточным под рожь озимую, ячмень яровой, сорго зерновое и свеклу сахарную (при внесении на фоне 40 т/га навоза). Это объясняется обеспеченностью чернозема оподзоленного подвижными соединениями калия, биологическими особенностями культур и технологиями их выращивания.

**Ключевые слова:** калийные удобрения, сельскохозяйственные культуры, окупаемость удобрений, порог убыточности, граница повышения цены.

## Annotation

**Gospodarenko G. M., Martynyuk A. T., Chernov E. D.**

### ***Justification of the limit of expediency of using potash fertilizers***

*The issues of the recoument of potash fertilizers are considered, which is one of the most controversial in agronomy, since it is precisely this that determines the need for fertilizers and the economic efficiency of their use. It is shown that the payback of fertilizers is a complex value and not constant in different crops. The increase in yield from fertilizers in kind is taken on the basis of field experiments with fertilizers carried out on podzolized chernozem in the Uman NUS. The cost of the increase in yield from the use of potash fertilizers was determined by the average actual sales prices of products prevailing on the market through various sales channels in the 6th quarter of 2021. collecting a yield increase from potash fertilizers.*

*The cost of potash fertilizer was taken at the current price of 16000 UAH/t with the addition of a margin for their delivery to the farm. The costs for the use of fertilizers on the farm and for collecting the increase in yield were set calculated according to the accepted standards. The difference between the value of the yield increase (YI) and additional costs (AC) gives the net income received from the use of fertilizers. The ratio of the cost of increasing the yield to additional costs shows their payback. On the basis of comparing the indicators YI and AC, the boundaries of the economic efficiency of the use of fertilizers were determined:  $YI > AC$  (general expression of the task).*

*The minimum necessary increase in yield from fertilizers and the limits of the increase in prices for potash fertilizers were also calculated. It has been established that at a price for potassium chloride of 16000 UAH /t and the cost of its use in optimal doses for field crops against the background of a balanced nitrogen-phosphorus nutrition, the cost of an increase in yield is 1164–14820 UAH/ ha. Payback (unprofitableness) of 1 kg. potash fertilizers vary in a wide range – from – UAH 18.6 to 104,0, depending on the crop. The limit of the unprofitable price per unit of the active substance of potash fertilizers at the optimal dose of application depends on the crop and is in the range of 6.9–129,5 UAH/ha. With the current disparity in prices for crop products and potassium chloride, its use is unprofitable for winter rye, spring barley, grain sorghum and sugar beet (when applied against a background of 40 t/ha of manure). This is due to the availability of podzolized chernozem with mobile potassium compounds, biological characteristics of crops and technologies for their cultivation.*

**Key words:** *potash fertilizers, agricultural crops, fertilizer payback, loss threshold, price increase limit.*