



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.821:631.412:631.8
© 2025

ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРОТКОРОТАЦІЙНОЇ СІВОЗМІНИ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ ЗА ПІСЛЯДІЇ ХІМІЧНОЇ МЕЛІОРАЦІЇ ДЕРНОВО- ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ

В.М. Польовий¹, І.У. Марчук², Л.А. Яценко³, Г.Ф. Ровна⁴

¹доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН

^{2,3}кандидати сільськогосподарських наук

^{1,4}Інститут сільського господарства Західного Полісся

Національної академії аграрних наук України

вул. Рівненська, 5, с. Шубків Рівненського р-ну Рівненської обл., 35325, Україна

²Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

³Національний університет водного господарства та природокористування

вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33000, Україна

e-mail: ^{1,3,4}rivne_apv@ukr.net, ²i.marchuk@nubip.edu.ua

ORCID: ¹0000-0002-3133-9803, ²0009-0005-6087-0248,

³0000-0003-1407-0133, ⁴0000-0002-7599-5650

Надійшла 28.02.2025

Мета. Визначити вплив післядії різних доз і форм хімічних меліорантів за внесення мінеральних добрив на показники обмінної кислотності дерново-підзолистого ґрунту та продуктивність культур короткоротаційної сівозміни Західного Полісся. **Методи.** Польові (вплив вапнування й удобрення на кислотність ґрунтового розчину та врожайність культур), лабораторні (показник обмінної кислотності (pH_{KCl}) ґрунту), порівняння та статистичні (дисперсійний і кореляційний аналізи результатів). **Результати.** Дослідження 2015–2018 рр. показали, що доза $1,5 \text{ Нг СаМg}(\text{CO}_3)_2$ на 4-й рік післядії забезпечила оптимальний рівень pH_{KCl} (6,63 од.), який перебував у діапазоні нейтральної кислотності впродовж 7 років післядії (6,41 од.). В інших варіантах на 2018 р. показник pH_{KCl} становив 5,39–5,74 од. За відсутності вапнування ґрунт підкислювався й знизилася здатність рослин до виживання протягом вегетації. Якщо на контролі та фоні загибель культур становила 28,3–58,0%, то у варіанті фон + $1,0 \text{ Нг СаМg}(\text{CO}_3)_2$ + S_{40} + мікродобриво Нутривант вона знизилася до 15,2–20,9% і мінімальною (13,6–20,4%) була у варіанті фон +

+ 1,5 Нг СаMg(CO₃)₂ залежно від культури. У зазначених варіантах продуктивність сівозміни в середньому за 2015–2018 рр. була найвищою — 4,81–5,07 т з.од. На основі отриманих урожайності та кислотності ґрунту між змінними встановлено високу кореляційну залежність за $R^2 = 0,87–0,99$. **Висновки.** Проведення вапнування на фоні удобрення, зокрема дозою 1,0–1,5 Нг СаMg(CO₃)₂, сприяло зниженню кислотності дерново-підзолистого ґрунту до рівня $pH_{KCl} = 5,67–6,41$ на 7-й рік післядії. За відсутності вапнування та удобрення спостерігалася висока (32,1–58,0%) загибель культур сівозміни впродовж вегетації. Найвищої продуктивності сівозміни за 2015–2018 рр. досягнуто на фоні мінерального удобрення за післядії СаMg(CO₃)₂ дозою 1,5 Нг та 1,0 Нг з додаванням S₄₀ і позакореневого внесення добрива Нутривант, що забезпечило за відповідних середніх показників pH_{KCl} 6,55 і 5,93 од. приріст урожаю на рівні 2,32 і 2,06 т з.од./га порівняно з його приростом на фоні.

Ключові слова: вапнування, удобрення, обмінна кислотність, виживання культур, урожайність, кореляція.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202504-01>

Вапнування є одним із ключових агротехнічних заходів, спрямованих на зниження кислотності ґрунту та поліпшення його родючості. Дослідники зазначають, що його ефективність залежить від типу матеріалу, способу й норми внесення, а також від виду вирощуваної культури. Оптимальна тривалість дії вапна залежно від цих факторів може варіюватися [1–4]. Автори [3] зазначають, що за вапнування високими дозами дефекату врожайність пшениці озимої в 1-й ротатії підвищувалася на 12%, 2-й — на 7% за внесення мінеральних добрив дозою N₉₀P₆₀K₆₀, що свідчить про тривалу ефективність післядії застосування меліоранту. В експерименті, проведеному на дерново-підзолистому ґрунті, було встановлено, що зміни хімічних властивостей ґрунту залежать від дози та часу реакції. Ефект після поверхневого внесення вапна найбільш помітний через кілька років після його застосування, а повторне підкислення, навіть через 24 роки післядії, призвело лише до 20% початкової потенційної кислотності [4].

Вапнування позитивно впливає на pH ґрунту та продуктивність культур. Однак

за проведення вапнування кислого ґрунту слід брати до уваги реакцію рослин на зміну кислотності, щоб оптимізувати їх місце в сівозміні з урахуванням динаміки показника pH із часом післядії. Так, автори [5] зауважують, що вапнування не мало позитивного впливу на врожайність картоплі та вівса. Тому необхідним є розроблення технологій вапнування, які б сприяли збільшенню виробництва продукції з використанням систем управління ґрунтом і культурами [6].

Мета досліджень — визначити вплив післядії різних доз і форм хімічних меліорантів за внесення мінеральних добрив на показники обмінної кислотності дерново-підзолистого ґрунту та продуктивність культур короткоротаційної сівозміни Західного Полісся.

Матеріали та методи дослідження. Польові дослідження (2015–2018 рр.) проведено в стаціонарному досліді Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН. Культури сівозміни — пшеницю озиму, кукурудзу на зерно, ячмінь ярий, ріпак озимий — вирощували на дерново-підзолистому

зв'язно-піщаному ґрунті. Площа посівної ділянки — 99 м², облікової — 50 м², повторність — 3-разова, розміщення — послідовне. Технологія вирощування — загальноприйнята для зони Полісся.

Мінеральні добрива вносили відповідно до схеми досліді у формі аміачної селітри, амофосу, калію хлористого. Доза добрив вирощуваних культур становила: для пшениці озимої — N₁₂₀P₆₀K₉₀, кукурудзи на зерно — N₁₂₀P₉₀K₁₂₀, ячменю ярого — N₉₀P₉₀K₉₀, ріпаку озимого — N₁₂₀P₉₀K₁₂₀, насиченість сівозміни мінеральними добривами — N₁₁₂P₈₂K₁₀₅. Дозу доломітового (CaMg(CO₃)₂) і вапнякового (CaCO₃) борошна визначено за величиною гідролітичної кислотності ґрунту (Нг), яка на час внесення меліорантів у 2011 р. перед закладанням стаціонарного досліді була на рівні 2,80–2,97 ммоль/100 г ґрунту. У фізичній масі дозі (1,0 Нг) відповідає 4,9 т/га вапнякового та 4,7 т/га доломітового борошна.

Позакореневі підживлення культур сівозміни проводили мікродобривами по 2 кг/га: Нутривант зерновий — у фазах весняного куціння і виходу в трубку зернових колосових; 3–5 і 6–8 листків

кукурудзи; Нутривант олійний — у фазі розетки і бутонізації ріпаку озимого.

Показник обмінної кислотності (рН_{KCl}) вимірювали за допомогою рН-метра зі скляним комбінованим електродом у суспензії 1М КСl за співвідношення ґрунт : розчин — 1 : 2,5. Загибель культур за вегетаційний період визначали як різницю між показниками кількості рослин на 1 м² на час сходів і на час повної стиглості, виражену у відсотках. Облік урожаю проводили поділянковим суцільним зважуванням.

Статистичний аналіз отриманих результатів досліджень здійснювали методом однофакторного дисперсійного та кореляційного аналізів із використанням комп'ютерних програм Microsoft Office Excel, Statistica 10.0.

Результати досліджень. Динаміку обмінної кислотності (рН_{KCl}) дерново-підзолистого ґрунту залежно від тривалості післядії хімічної меліорації за удобрення культур у сівозміні показано на рис. 1.

Динаміка показників рН_{KCl} дерново-підзолистого ґрунту залежно від варіантів удобрення та вапнування свідчить про

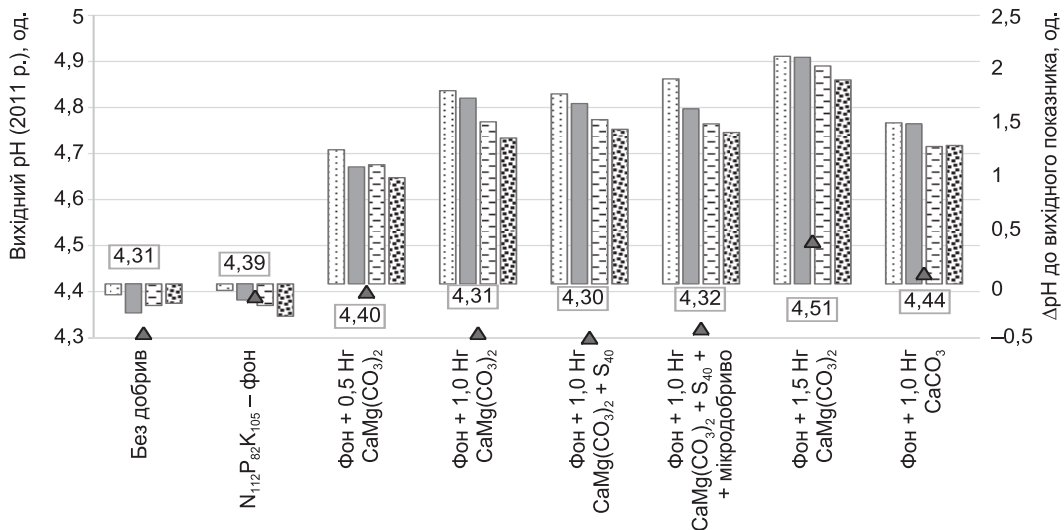


Рис. 1. Динаміка зміни обмінної кислотності (ΔpH_{KCl}) дерново-підзолистого ґрунту у варіантах досліді з урахуванням часу післядії вапнякових матеріалів: □ — 2015 р.; ■ — 2016 р.; ▨ — 2017 р.; ▩ — 2018 р.; ▲ — 2011 р.

істотні відмінності в кислотності ґрунту під впливом внесених матеріалів. Початкові значення pH_{KCl} у 2011 р. у всіх варіантах були в межах 4,30–4,51 од., що характерно для кислих дерново-підзолистих ґрунтів. Внесення вапнякових матеріалів (0,5–1,5 Нг $CaMg(CO_3)_2$ та 1,0 Нг $CaCO_3$) перед закладанням дослідів сприяло нейтралізації ґрунтової кислотності, що підтверджується підвищеними значеннями pH у наступні роки. Автори наукових робіт переважно досліджували найбільший ефект від вапнування на 3–4-й рік внесення твердих вапнякових матеріалів. Нами вивчено зміни, що відбуваються з реакцією розчину з урахуванням післядії на 4–7-й рік їх застосування.

У 2015 р., через 4 роки після проведеного вапнування, спостерігалася найбільша різниця у варіантах та відносно вихідних показників. У ґрунті контрольного варіанта (без добрив і вапнування) та варіанті із застосуванням лише мінеральних добрив ($N_{120}P_{90}K_{120}$) ґрунтовий розчин підкислився до рівня pH 4,21 і 4,33 од. За післядії внесення вапнякових матеріалів спостерігався найбільш виражений ефект підтримання оптимальної кислотності ґрунту, що підтверджує результати інших дослідників. Так, за дози 0,5 Нг $CaMg(CO_3)_2$ pH зріс на 1,25 од. (до 5,65), 1,0 Нг — на 1,80 од. (до 6,11), за максимальної дози 1,5 Нг $CaMg(CO_3)_2$ — на 2,12 од. (до 6,63) порівняно з показниками 2011 р. Внесення $CaCO_3$ (1,0 Нг) забезпечило рівень pH 5,94 од.

На 5-й рік післядії вапнування ефективність вапнякових матеріалів залишалася істотною, поступове підвищення кислотності до рівня pH 5,49 од. відзначено за внесення 0,5 Нг $CaMg(CO_3)_2$ (ΔpH 1,09 од. до 2011 р.). На контролі і фоні кислотність ґрунту була на рівні 4,04 та 4,24 од. відповідно. У варіантах із вапнуванням дозами 1,0 і 1,5 г незалежно від виду меліоранту показники кислотності ґрунту залишалися

стабільними й значно вищими за контрольні: за 1,0 Нг і 1,5 Нг $CaMg(CO_3)_2$ pH становив 6,04 і 6,62 од. відповідно, за 1,0 Нг $CaCO_3$ — 5,93 од.

На 6-й рік післядії відбувається зниження рівня кислотності в усіх варіантах. Без вапнування ґрунту спостерігалася тенденція до закислення, досягаючи значення pH 4,11 од. У варіантах із післядією вапнування зберігався підвищений рівень pH порівняно з контролем, але значення ΔpH порівняно з вихідними показниками (1,11–2,03 од.) знизилася за всіх доз і видів вапнякових матеріалів порівняно з 2015 р. (1,25–2,12 од.).

У 2018 р. (7-й рік післядії) було встановлено, що хоча вапнування й знижує кислотність ґрунту у варіантах порівняно з контролем, але ефективність його післядії істотно зменшується. Так, за внесення 0,5 Нг доломітового борошна кислотність ґрунтового розчину стосовно вихідного показника знизилася на ΔpH 0,99 од., за дози 1,5 Нг — на 1,9 од., показники pH були на рівні 5,39 і 6,41 од. відповідно. У варіанті з додаванням $CaCO_3$ отримано значення pH 5,73 од. (ΔpH 1,29 од. до 2011 р.), що підтверджує тривалу ефективність вапна, хоча й менш виражену, ніж у попередні роки й порівняно з дією 1,0 Нг $CaMg(CO_3)_2$ (ΔpH 1,36 од. до 2011 р.).

За результатами аналізу, внесення мінеральних добрив без додаткового вапнування спричиняє підкислення ґрунту, тоді як використання вапнякових матеріалів істотно знижує кислотність, що підтверджено дослідженнями [7–9]. Найефективнішим методом підтримання обмінної кислотності дерново-підзолистого ґрунту на нейтральному рівні впродовж 4–7-го років післядії є внесення дози 1,5 Нг $CaMg(CO_3)_2$. Однак навіть у цьому варіанті на 7-й рік післядії спостерігалася поступове зниження її ефективності, що свідчить про потребу в повторному вапнуванні для підтримання оптимальної кислотності ґрунту.

Сільськогосподарські культури реагують на рівень ґрунтової кислотності, за оптимальних показників якої інтенсивніше відбуваються їх ріст і розвиток. І навпаки, за невідповідності рівня ґрунтового середовища їх потребам знижується життєздатність і підвищується рівень загибелі рослин на одиниці площі, що негативно впливає на загальну продуктивність культур. Дослідники пояснюють підвищену загибель рослин відсутністю толерантності до підвищеної концентрації Al^{3+} у кислому ґрунтовому середовищі, його накопиченням у коренях і зниженим поглинанням інших іонів [10, 11].

Аналізуючи показники загибелі рослин у 2015–2018 рр., слід наголосити на чіткій залежності між рівнем кислотності ґрунту та життєздатністю культур. У варіанті без добрив, де за досліджуваній період середній показник рН становив 4,12 од., спостерігалася найвища загибель рослин: 46,7% — пшениці озимої, 32,1 — кукурудзи, 36,2 — ячменю ярого та 58,0% — ріпаку озимого. Це свідчить

про негативний вплив підвищеної кислотності на розвиток рослин, що пов'язано з токсичною дією алюмінію та марганцю, низькою доступністю основних макро- та мікроелементів і порушенням мікробіологічної активності в ґрунті.

Внесення лише мінеральних добрив ($N_{120}P_{90}K_{120}$) зумовило динаміку рівня кислотності ґрунтового розчину в межах похибки досліду порівняно з контролем. Проте навіть незначне підвищення рН до 4,21 од. сприяло зменшенню загибелі культур на 3,4–15,2 абс.% залежно від культури (рис. 2). Це свідчить про позитивний вплив удобрення на життєздатність культур на кислому ґрунті, однак рівень рН ґрунтового середовища залишався на межі критичних показників для нормального росту та розвитку більшості рослин.

Однотимчасне поєднання післядії вапнування та щорічного удобрення культур значною мірою впливало на їх збереження. Найбільше реагував на проведення меліорації в досліді ріпак озимий. Загибель рослин ріпаку озимого

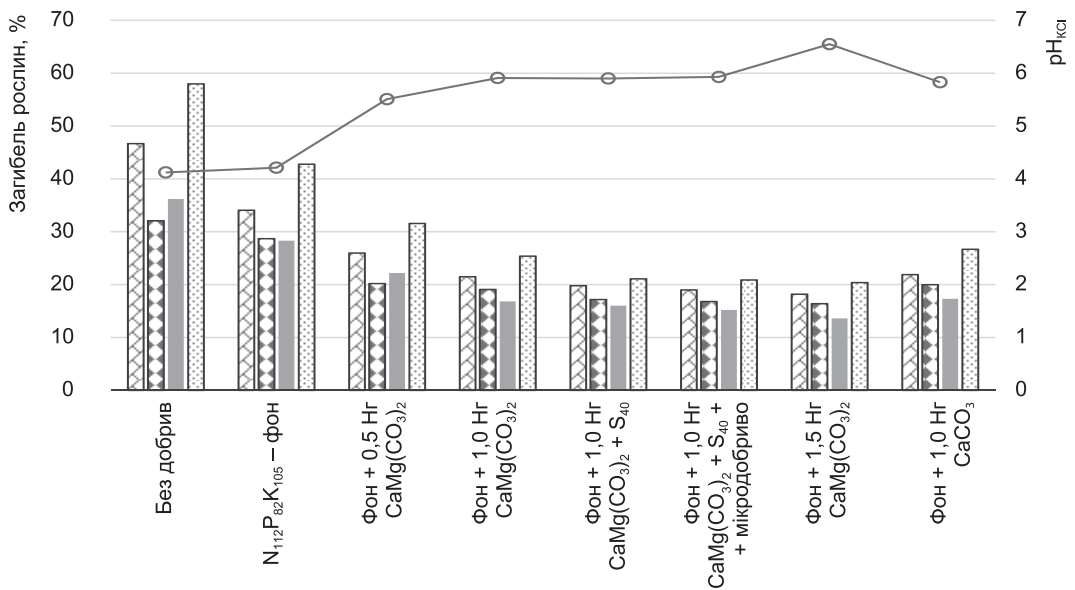


Рис. 2. Загибель рослин і показники обмінної кислотності (рН_{KCl}) у варіантах (середнє за 2015–2018 рр.): — пшениця озима; — кукурудза; — ячмінь ярий; — ріпак озимий; — рН

знизилася з 58,0 на контролі до 31,6% за післядії 0,5 Нг $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Зі збільшенням дози вапнякових матеріалів ефективність від нейтралізації кислотності ґрунту зростала. За внесення 1,0 Нг $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (середній показник рН — 5,91) загибель рослин пшениці становила 21,5%, кукурудзи — 19,1, ячменю ярого — 16,8, ріпаку озимого — 25,4%. Максимально позитивний ефект вапнування 4–7-го років післядії спостерігався у варіанті 1,5 Нг $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, де середній рівень рН досягнув 6,55 од. Загибель рослин у цьому разі була мінімальною і знизилася порівняно з контролем для пшениці на 28,5%, кукурудзи — 15,7, ячменю ярого — 22,6, ріпаку озимого — 37,6%. Із внесенням 1,0 Нг CaCO_3 у середньому рН підвищився до 5,83 од., що сприяло зменшенню загибелі рослин за роками порівняно з контролем. Однак цей ефект виявився слабшим, ніж у варіанті з доломітовим борошном (1,0 Нг), особливо для ріпаку, де його загибель становила 26,7 проти 25,4%. Це може бути пов'язано з різним елементним складом і нейтралізувальною здатністю хімічних меліорантів.

Доведено, що оптимальне значення рН для зниження стресових факторів та підвищення життєздатності культурних рослин перебуває в діапазоні 6,0–6,5 од. Найвищий рівень загибелі рослин ріпаку озимого у середньому за роки досліджень в усіх варіантах свідчить про найменшу толерантність культури до підкислення реакції ґрунтового розчину.

Під час досліджень також встановлено, що додавання сірки (S_{40}) сприяло зменшенню загибелі культур на 0,8–4,3 абс.%; сірки і позакореневого удобрення мікроелементами у формі мікродобрива Нутривант — на 1,6–4,5 абс.% порівняно з варіантами основного удобрення NPK на фоні внесення 1,0 Нг доломітового борошна.

Найбільшою загибелю культур була на контролі та за внесення самих мінеральних добрив (рис. 3). З додаванням

сірки і мікродобрив за післядії вапнування та удобрення знижується загибель усіх рослин, що може бути пов'язано з поліпшеним живленням культури, навіть за умови підкислення ґрунтового розчину на 7-й рік післядії вапнування. Проте у варіанті фон + 1,5 Нг $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ спостерігався найнижчий рівень загибелі всіх культур, що свідчить про мінімізацію втрат їх продуктивності від загибелі та зниження густоти стояння.

Загалом результати підтверджують, що зі зниженням кислотності ґрунту шляхом вапнування значно покращується життєздатність рослин. Оптимальними варіантами є внесення доломітового борошна дозами 1,5 Нг і 1,0 Нг із додаванням S_{40} та позакореневого удобрення мікродобривом, що сприяє максимальній стабільності посівів і позитивно впливає на врожайність культур.

Аналіз даних показав, що динаміка врожайності культур короткоротаційної сівозміни Західного Полісся має лінійну залежність від змін показника обмінної кислотності ґрунту (рис. 4). Параметри залежності Y (урожайність, т/га) від X (pH_{KCl}), описувані рівнянням (табл. 1),

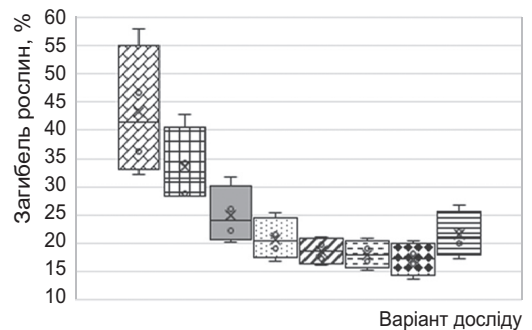


Рис 3. Розподіл загибелі рослин у сівозміні за варіантами дослідження (середнє за 2015–2018 рр.), %: □ — без добрив; ■ — фон + 0,5 Нг $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$; ▨ — фон + 1,0 Нг $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 + S_{40}$; ▩ — фон + 1,5 Нг $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$; ▤ — $N_{112}P_{82}K_{105}$ — фон; ▥ — фон + 1,0 Нг $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$; ▦ — фон + 1,0 Нг $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 + S_{40}$ + мікродобриво; ▧ — фон + 1,0 Нг CaCO_3

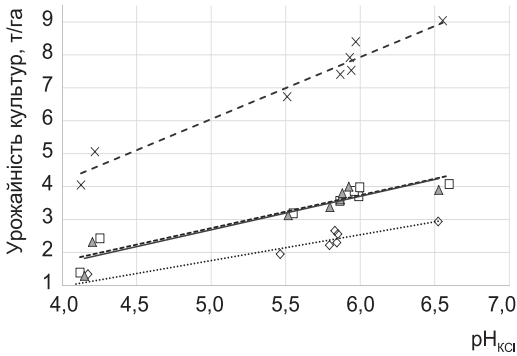


Рис. 4. Залежність урожайності культур сівозміни від показника обмінної кислотності ґрунту (середнє за 2015–2018 рр.): \diamond — ріпак озимий; Δ — пшениця озима; \square — ячмінь ярий; \times — кукурудза; — лінійна залежність (ріпак озимий); — — лінійна залежність (пшениця озима); - - - - лінійна залежність (ячмінь ярий); - - - - лінійна залежність (кукурудза)

відзначають високий ступінь зв'язку між змінними ($R^2 = 0,87–0,96$).

Проаналізовано вплив різних варіантів удобрення і змін рН ґрунту на врожайність сівозміни порівняно з контролем і фоновим варіантом. Середню за 2015–2018 рр. продуктивність сівозміни, виражену в зернових одиницях, і кислотність ґрунту як показник pH_{KCl} у варіантах дослідження наведено в табл. 2.

На контролі, де pH_{KCl} є нижчим за оптимальний показник для всіх культур, що може істотно обмежувати доступність поживних елементів для рослин, урожайність сівозміни становила лише 1,84 т з.од./га, тобто була мінімальною з усіх варіантів дослідження.

Результати негативного впливу кислотності на більшість сільськогосподарських культур також висвітлено в роботах українських [7, 12–14] і закордонних учених [15–17].

У варіанті фон, що містить щорічне мінеральне удобрення (азот, фосфор, калій) культур сівозміни, де рівень рН ґрунтового середовища в середньому становив 4,21 од., урожайність культур у сівозміні підвищилася на 0,91 т з. од./га. Це свідчить про позитивний ефект основного удобрення, хоча кислотність ґрунту була обмежувальним фактором продуктивності культур.

Післядії застосування доломітового борошна в дозах 0,5–1,5 Нг на фоні удобрення безпосередньо впливала на підвищення їх урожайності. Якщо у варіанті фон + 0,5 Нг $CaMg(CO_3)_2$ (pH 5,51 од.) урожайність підвищилася на 0,99 т з. од./га порівняно з фоном, то у варіанті фон + 1,0 Нг $CaMg(CO_3)_2$ (pH 5,91 од.) вона становила 4,30 т з. од./га, що на 0,56 т з. од./га більше, ніж у попередньому варіанті. Проте найвищу продуктивність культур сівозміни було отримано у варіанті фон + 1,5 Нг $CaMg(CO_3)_2$ за підвищення рН ґрунту до 6,55 од. Урожайність при цьому становила 5,07 т з. од./га, що на 2,32 т з. од./га більше, ніж на фоні. Цей варіант підтверджує важливість оптимізації кислотно-основних характеристик ґрунту для досягнення високих показників урожайності сівозміни на дерново-підзолистому ґрунті. Подібні результати отримано в дослідженнях [5], де

1. Параметри кореляційної залежності врожайності культур сівозміни від показників обмінної кислотності ґрунту (середнє за 2015–2018 рр.)

Y	X	Культура	Параметри рівняння $Y = aX + b$		
			A	b	R^2
Урожайність культур сівозміни, т/га	pH_{KCl}	Пшениця озима	1,0201	-2,4145	0,87
		Кукурудза на зерно	1,8851	-3,3779	0,96
		Ячмінь ярий	0,9993	-2,2598	0,90
		Ріпак озимий	0,7852	-2,1737	0,93

2. Продуктивність короткоротаційної сівозміни Західного Полісся (середнє за 2015–2018 рр.)

Варіант	pH _{KCl} середній за сівозміну, од.	Урожайність сівозміни, т з.од./га	Приріст до, т з. од.	
			контролю	фону
Без добрив	4,12	1,84		
N ₁₁₂ P ₈₂ K ₁₀₅ — фон	4,21	2,75	0,91	
Фон + 0,5 Нг СаMg(CO ₃) ₂	5,51	3,74	1,90	0,99
Фон + 1,0 Нг СаMg(CO ₃) ₂	5,91	4,30	2,46	1,55
Фон + 1,0 Нг СаMg(CO ₃) ₂ + S ₄₀	5,89	4,59	2,75	1,84
Фон + 1,0 Нг СаMg(CO ₃) ₂ + S ₄₀ + мікродобриво	5,93	4,81	2,97	2,06
Фон + 1,5 Нг СаMg(CO ₃) ₂	6,55	5,07	3,23	2,32
Фон + 1,0 Нг СаСО ₃	5,83	4,15	2,31	1,40
НІР ₀₅	0,22	0,48		

вапнування ефективніше впливало на врожайність культури, ніж удобрення.

Варто зазначити, що порівняно з варіантом фон + 1,0 Нг СаMg(CO₃)₂ додавання окремо сірки (S₄₀) і поєднання її з мікроелементами сприяло підвищенню продуктивності сівозміни на 0,29 і 0,51 т з. од./га відповідно. Приріст урожаю у варіанті фон + 1,0 Нг СаMg(CO₃)₂ + S₄₀ + мікродобрива Нутривант порівняно з фоном становив 2,06 т з.од./га, що є кращим результатом поєднання післядії внесення 1,0 Нг СаMg(CO₃)₂ та удобрення. Це свідчить про важливість

комплексного підходу до удобрення, коли вносять не лише основні елементи живлення, а й мікроелементи, що підтримують загальний стан рослин.

За післядії вапна у варіанті фон + СаСО₃ (1,0 Нг) показник обмінної кислотності в середньому за 2015–2018 рр. становив 5,83 од., урожайність сівозміни підвищилася на 1,40 т з.од./га порівняно з фоном, проте поступалася врожайності за післядії доломітового борошна в дозах 1,0 і 1,5 Нг, що свідчить про меншу ефективність кальцію карбонату через відсутність магнію в його складі.

Висновки

Тривалість післядії, дози та види вапнякових матеріалів значною мірою впливають на зниження кислотності дерново-підзолистого ґрунту. Найбільш виражений нейтралізуючий ефект спостерігався за внесення 1,5 Нг СаMg(CO₃)₂, що забезпечило підвищення pH_{KCl} до 6,63 на 4-й рік післядії та до 6,41 — на 7-й рік. З часом за внесення менших доз вапнякових матеріалів (0,5–1,0 Нг) ефективність післядії істотно знижувалася.

За вапнування в поєднанні з удобренням значно поліпшуються ріст і розвиток рослин, зменшується їх загибель. Натомість відсутність вапнування

призводить до посиленого підкислення ґрунтового розчину, що негативно впливає на життєздатність культур сівозміни й спричиняє значну загибель рослин — від 31,2% ячменю ярого до 58,0% — ріпаку озимого.

Оптимізація pH ґрунту сприяє підвищенню врожайності культур, що підтверджується високим рівнем кореляції (R² = 0,87–0,96). Із внесенням 1,5 Нг СаMg(CO₃)₂ середня врожайність сівозміни становила 5,07 т з.од./га (2015–2018 рр.), що на 2,32 т з.од./га перевищило цей показник за внесення лише мінеральних добрив (фон). За додаткового внесення сірки (S₄₀)

і мікродобрив підвищилася ефективність післядії 1,0 Ha CaMg(CO₃)₂ в поєднанні з NPK, що забезпечило

додатковий приріст 2,06 т з.од./га урожаю культури сівозміни порівняно з фоном.

Polovyi V.¹, Marchuk I.², Yashchenko L.³, Rovna H.⁴

^{1, 4}Institute of Agriculture of Western Polissia of NAAS, 5 Rivnenska Str., vil. Shubkiv, Rivne district, Rivne oblast, 35325, Ukraine; ²National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine; 15 Heroiv Oborony Str., Kyiv, 03041, Ukraine; ³National University of Water and Environmental Engineering, 11 Soborna Str., Rivne, 33000, Ukraine; e-mail: ^{1, 3, 4}rivne_apv@ukr.net, ²i.marchuk@nubip.edu.ua; ORCID: ¹0000-0002-3133-9803, ²0009-0005-6087-0248, ³0000-0003-1407-0133, ⁴0000-0002-7599-5650

Productivity of short-term crop rotation in Western Polissia after chemical reclamation of sod-podzolic soil

Goal. To determine the impact of post-fertilization of different doses and forms of chemical ameliorants at the application of mineral fertilizers on the indicators of the exchange acidity of sod-podzolic soil and the productivity of crops of short-term crop rotation in Western Polissia.

Methods. Field (influence of liming and fertilization on the acidity of soil solution and crop yield), laboratory (index of exchange acidity (pNKCl) of soil), comparison and statistical (dispersion and correlation analyses of results). **Results.** A study in the period from 2015 to 2018 had shown that a dose of 1.5 Ha (Ha — hydrolytic acidity) of CaMg(CO₃)₂ in the 4th year of aftereffect provided an optimal level of pN_{KCl} (6.63 units), which was in the neutral acidity range for 7 years of aftereffect (6.41 units). In other options for 2018, the pN_{KCl} indicator was 5.39–5.74 units. In the

absence of liming, the soil acidifies and the ability of plants to survive during vegetation decreases. If in the control and on the background the death of cultures was 28.3–58.0%, then in the variant “background + 1.0 Ha of CaMg(CO₃)₂ + S₄₀ + micronutrient Nutrivant” it decreased to 15.2–20.9%, and the minimum (13.6–20.4%) was in the variant “background + 1.5 Ha of CaMg(CO₃)₂” depending on the culture. In these cases, the productivity of crop rotation, on average for 2015–2018, was the highest — 4.81–5.07 tons/ha. Based on the obtained yield and acidity of the soil, a high correlation relationship by R²=0.87–0.99 was established between the variables. **Conclusions.** Carrying out liming on the background of fertilization, in particular, in a dose of 1.0–1.5 Ha of CaMg(CO₃)₂, contributed to reducing the acidity of the sod-podzolic soil to the level of pN_{KCl}=5.67–6.41 in the 7th year of aftereffect. In the absence of liming and fertilization, there was a high (32.1–58.0%) death of crops during vegetation. The highest productivity of crop rotation for 2015–2018 was achieved against the background of mineral fertilization according to the CaMg(CO₃)₂ aftereffect in a dose of 1.5 Ha and 1.0 Ha with the addition of S₄₀ and foliar application of Nutrivant fertilizer, which provided, at the corresponding average values of pH_{KCl}, 6.55 and 5.93 units, yield increase at the level of 2.32 and 2.06 tons/ha compared to its growth on the background.

Key words: liming, fertilization, exchange acidity, survival of crops, yield, correlation.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovnisnyk202504-01>

Бібліографія

1. Li Y., Cui S., Chang S.X., Zhang Q. Liming effects on soil pH and crop yield depend on lime material type, application method and rate, and crop species: a global meta-analysis. *J. of Soils and Sediments*. 2019. 19. P. 1393–1406. doi: 10.1007/s11368-018-2120-2

2. Польовий В.М., Лаврук М.М., Кулик С.М. Диференціація фізико-хімічних показників і продуктивності дерново-підзолистого ґрунту внаслідок тривалого застосування різних систем удобрення і доз вапна. *Вісник*

аграрної науки. 2018. 5. С. 12–17.

3. Господаренко Г.М., Любич В.В., Черно О.Д. Вплив вапнування та мінеральних добрив на врожайність пшениці озимої на чорноземі опідзоленому. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2022. 1. С. 32–36. doi: 10.31395/2310-0478-2020-2-32-36

4. Rheinheimer D.S., Tiecher T., Gonzatto R. et al. Residual effect of surface-applied lime on soil acidity properties in a long-term

experiment under no-till in a Southern Brazilian sandy Ultisol. *Geoderma*. 2018. 313. P. 7–16. doi: 10.1016/j.geoderma.2017.10.024

5. Enesi R.O., Dyck M., Chang S. et al. Liming remediates soil acidity and improves crop yield and profitability—a meta-analysis. *Frontiers in Agronomy*. 2023. 5:1194896. doi: 10.3389/fagro.2023.1194896

6. Fageria N.K., Nasciente A.S. Management of soil acidity of South American soils for sustainable crop production. *Advances in agronomy*. 2014. 128. P. 221–275. doi: 10.1016/B978-0-12-802139-2.00006-8

7. Ткаченко М.А., Кондратюк І.М., Борис Н.Є. Хімічна меліорація кислих ґрунтів: моногр. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2019. 318 с.

8. Ткачук О.П., Зайцева Т.М., Дубовий Ю.В. Вплив сільськогосподарських токсикантів на агроекологічний стан ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. 6(2). С. 102–109. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/19005.pdf>

9. Прокопчук І.В., Господаренко Г.М. Зміна кислотності ґрунту під впливом тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник державної агроекологічної академії України: спецвипуск*. Житомир, 2000. С. 123–124. URL: <http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/2292>

10. Singh A.L. Mechanism of tolerance and crop production in acid soils. In book: *Advances in plant physiology*. 2000. 3. P. 353–394. URL: https://www.researchgate.net/publication/283903873_Mechanism_of_Tolerance_and_Crop_Production_in_acid_Soils

11. Sharma U.C., Datta M., Sharma V. Soil Acidity: Management Options for Higher Crop

Productivity, 2025. doi: 10.1007/978-3-031-76357-1

12. Мазур Г.А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів: моногр. Київ: Аграрна наука, 2008. 308 с.

13. Ткаченко М.А. Ефективність комплексної хімічної меліорації сірих лісових ґрунтів правобережного Лісостепу. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2014. 4. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=Nd_2014_4_12

14. Господаренко Г.М., Любич В.В., Леонова К.П., Стоцький В.В. Вплив вапнування чорнозему опідзоленого та удобрення на врожайність кукурудзи. *Аграрні інновації*. 2022. 13. С. 35–39. doi: 10.32848/agrar.innov.2022.13.5

15. Rogovska N.P., Blackmer A.M., Mal-larino A.P. Relationships between soybean yield, soil pH, and soil carbonate concentration. *Soil Science Society of America J.* 2007. 71(4). P. 1251–1256. doi: 10.2136/sssaj2006.0235

16. Lian Xu-dong, Zhang Lu, Liu Si-Ru et al. Response of crop yield to soil pH and the influencing factors. *J. of Plant Nutrition and Fertilizers*. 2023. 29(9). P. 1618–1629. doi: 10.11674/zwyf.2023099

17. Holland J.E., White P., Glendining M. et al. Yield responses of arable crops to liming — An evaluation of relationships between yields and soil pH from a long-term liming experiment. *European J. of Agronomy*. 2019. 105. P. 176–188. doi: 10.1016/j.eja.2019.02.016