

УДК 631.81:631.45

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.36>

ОСОБЛИВОСТІ ХІМІЧНОЇ МЕЛІОРАЦІЇ ҐРУНТІВ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Бикін А.В. — д.с.-г.н., професор,

професор кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва

імені О.І. Душечкіна,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

orcid.org/0000-0001-7212-7340

Бойко Я.І. — к.с.-г.н.,

докторант кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва

імені О.І. Душечкіна,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

orcid.org/0009-0006-6402-7730

Стаття присвячена вивченню питань хімічної меліорації ґрунтів Полісся України за період з 2020 по 2024 роки. Метою статті було встановлення особливостей хімічної меліорації ґрунтів в умовах Полісся України. Оскільки вапнування, що широко використовується для підвищення продуктивності кислих ґрунтів наразі залишається поза увагою більшості вчених агрохіміків, особливо в контексті оцінки реальної потреби вапнування та розробки нових прийомів його застосування. Встановлено, що в Житомирській області налічується близько 860,7 тис. га, а в Чернігівській 1279,8 тис. га ґрунтів сільськогосподарського призначення з реакцією розчину $< 5,5$, що потребують вапнування в тій чи іншій мірі. Адже вони в стані підвищеної кислотності мають низький рівень родючості та утруднюється для рослин засвоєння катіонів кальцію, магнію й амонію, посилюється деградація ґрунтових колоїдів, дисперсність та мобільність гумусових сполук. Загалом по Україні кислі ґрунти займають площу 10120,4 тис. га, що становить 24,4 % від загальних площ сільськогосподарських земель. Потреба в внесенні вапнякових матеріалів для компенсації лише підкислення від застосованих добрив становить в середньому по Україні 71,4 кг/га, в Житомирській області 67,2 кг/га, а в Чернігівській області 115,5 кг/га. При цьому ж застосовувані дози вапна недостатні для покриття потреби. Так, якщо припустити, що внесені в 2024 році кількості вапна могли бути використані для компенсації кислотності ґрунту сформованої за рахунок внесення мінеральних добрив, то навіть в умовах Житомирської області це покриває не більше 28,8 % щорічної потреби в застосуванні вапна для нейтралізації негативного впливу мінеральних добрив. Натомість в Чернігівській області фактично застосовувані обсяги меліорантів становлять всього 0,8 % від потреби, що є реальною загрозою підкислення ґрунтів регіону. Також визначено, що за середньорічної по Україні кількості вапна в 3,0 т/га в Житомирській області застосовується 1,5 т/га, а в Чернігівській – 1,1 т/га, а за останні два роки саме в умовах останньої вноситься до 0,3 т/га вапна, що є досить мало в плані формування стійких змін рН ґрунту в бік його розкислення.

Ключові слова: вапно, азот, фосфор, калій, мінеральне добриво, рН ґрунту.

Bykin O.V., Boiko Ya.I. Features of chemical amelioration of soils in the Polissya region of Ukraine

The article is devoted to the study of issues related to the chemical reclamation of soils in the Polissia region of Ukraine over the period from 2020 to 2024. The objective of the study was to determine the specific features of chemical reclamation practices under the conditions of Polissia. Liming, which is widely used to improve the productivity of acidic soils, currently remains largely overlooked by most agrochemistry researchers, especially in the context of assessing the actual need for liming and developing new application techniques. It has been established that in Zhytomyr region, approximately 860.7 thousand hectares, and in Chernihiv region, 1,279.8 thousand hectares of agricultural land have a soil solution pH of less than 5.5,

indicating a varying degree of liming requirement. In their acidic state, these soils exhibit low fertility levels, hinder the uptake of calcium, magnesium, and ammonium cations by plants, and promote the degradation of soil colloids, as well as the dispersion and mobility of humus compounds. In Ukraine overall, acidic soils occupy an area of 10,120.4 thousand hectares, which represents 24.4% of all agricultural land. The required amount of lime material to offset acidification caused by fertilizer application averages 71.4 kg/ha across the country, 67.2 kg/ha in Zhytomyr region, and 115.5 kg/ha in Chernihiv region. However, current lime application rates are insufficient to meet these needs. For instance, assuming the lime applied in 2024 was used solely to neutralize the acidity induced by mineral fertilizers, it would only cover up to 28.8% of the annual lime demand in Zhytomyr region. In contrast, in Chernihiv region, actual lime application volumes meet just 0.8% of the requirement—posing a real threat of progressive soil acidification in the region. It was also found that while the average lime application in Ukraine is 3.0 t/ha, in Zhytomyr region it is 1.5 t/ha and in Chernihiv region 1.1 t/ha. Over the past two years, the amount applied in Chernihiv region has dropped to as little as 0.3 t/ha, which is insufficient to ensure stable long-term improvements in soil pH.

Key words: lime, nitrogen, phosphorus, potassium, mineral fertilizer, soil pH.

Постановка проблеми. Проблема підкислення ґрунтів України належить до досить значних в силу мінімальних обсягів застосування вапна в сучасних умовах господарювання. А тому традиційні способи розрахунку доз меліорантів є неефективними а обсяги потреби розкислення ґрунтів визначають необхідність оптимізації підходів до їх класифікації, аналізу та власне постановки завдань з хімічної меліорації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наразі значні зусилля вчених докладаються до отримання нових знань з дослідження впливу таких елементів технології як удобрення або обробіток ґрунту, а зокрема: різні методи обробітку ґрунту, такі як органічне землеробство, різні способи мінімізації обробітку ґрунту, а також мінеральне або органічне удобрення [13; 24; 28]. Однак, вапнування що широко використовується для підвищення продуктивності кислих ґрунтів наразі залишається поза увагою більшості вчених агрохіміків [17; 21].

Хімічна меліорація кислих ґрунтів здатна сприяти не лише поліпшенню їх агрохімічного стану а й формуванню гарних врожаїв сільськогосподарських культур. Адже внесений в ґрунт вапняковий матеріал нейтралізує надмірну кислотність, поліпшує його властивості, забезпечує рослини кальцієм і магнієм, активізує мікробіологічні процеси, підвищує ефективність добрив та продуктивність сівозмін [1; 2]. Адже більшість сільськогосподарських культур не адаптовані до впливу високої кислотності ґрунту [8].

Підвищення кислотності є однією з причин низької родючості ґрунтів, оскільки за такого стану ґрунтового розчину рослини не можуть отримати достатній рівень азотного та фосфорного живлення, причому концентрація цих макроелементів може бути доволі високою, а доступність рослинам залишається стабільно низькою [3].

Оскільки основною метою вапнування є зміна рН ґрунту та складу обмінного комплексу, більшість наукових досліджень у цій галузі зосереджені на рН ґрунту, насиченні Al, обмінних катіонах або продуктивності рослин [9; 16; 26]. А для вапнування ґрунтів найчастіше застосовується карбонат кальцію (вапно), карбонат кальцію/магнію (доломітове вапно), оксид кальцію або гідроксид кальцію [22; 27].

Оскільки вапнування покращує умови для росту рослин, очікується що кращі врожаї, отримані в результаті внесення вапна, призведуть до збільшення повернення органічної речовини в ґрунт у вигляді корневих решток та рослинних залишків, а отже, до кращих запасів органіки та карбону в ґрунті, ніж там, де вапно не вноситься [17]. Отже хімічна меліорація є базовою складовою

управління родючістю кислих ґрунтів. Реалізація заходів з хімічної меліорації була найбільш інтенсивною упродовж періоду 1981–1990 рр. У цей період вапнування кислих ґрунтів за рахунок державних коштів щорічно зростало до досягнення у 1986–1990 рр. максимального рівня [4].

Встановлено, що сильнокислі ґрунти мають бути хімічно меліорованими через три, середньокислі – п'ять, а близькі до нейтральної реакції ґрунту через 8 років [5; 6]. Адже відомо, що вапнування покращує структуру ґрунту, оскільки високі концентрації Ca^{2+} та висока іонна сила в ґрунтовому розчині посилюють флокуляцію глинистих мінералів і, таким чином, утворення стабільних агрегатів. Прямий позитивний вплив вапнування на структуру ґрунту також пояснюється цементуючою дією карбонатів, а це сумарно покращує ефективність фізичного захисту органічних сполук і знижує швидкість мінералізації [14; 17]. Проте, наразі потреба систематичного вапнування ґрунтів зазвичай не задовольняється навіть на мінімально необхідному рівні [5; 6].

Збереження і підвищення продуктивних функцій ґрунтів із зрушеною кислотно-основною рівновагою у кислотний бік, поліпшення їх екологічного стану вимагає постійної уваги та піклування з боку аграріїв. В останні десятиріччя через брак коштів, заходи з хімічної меліорації кислих ґрунтів і власне вапнування в Україні, практично зведено нанівець, що негативно відображується на загальній екологічній ситуації, особливо у Поліссі, де найбільш поширені ґрунти з кислою реакцією середовища (дерново-підзолисті, дернові оглеєні, торфові евтрофні і ін.) [1; 2].

Підвищення мінералізації вмісту органічної речовини завдяки кращому рівню рН можливе завдяки короткочасному стимулюючому впливу на біологічну активність ґрунту, що сприяє мінералізації органічної речовини [7; 15; 18; 19]. Що в свою чергу може виснажувати лабільну органічну речовину ґрунту [25], і таким чином негативно впливає на стабільність агрегатів. Але, підвищена мікробна активність також може поліпшити стабільність агрегатів, оскільки мікроорганізми виробляють позаклітинні полісахариди, які діють як зв'язуючі агенти [10; 11; 12]. Проте дослідження засвідчують що підвищення мікробної активності призводить до зменшення середнього часу перебування органічного вуглецю в ґрунті [20].

Постановка завдання. Метою статті є виявлення особливостей хімічної меліорації в умовах Полісся України.

Дослідження виконувались в Житомирській та Чернігівській областях, що належать до зони Полісся України.

Науково-дослідні роботи проводилися на землях загальною площею 298 га, біля населених пунктів Вільха, у Романівській селищній територіальній громаді та Панасівка Житомирського району Житомирської області.

За кліматичними показниками останніми роками спостерігається тенденція до зменшення кількості опадів у даному регіоні, особливо за вегетаційний період ранніх культур та нерівномірності випадання опадів за вегетаційний період пізніх культур. Так, це чітко простежується 2022–2024 роках. Навіть якщо сумарно за рік кількість опадів коливається, проте є близькою до середніх 682 та 678 мм, то найбільш критичним періодом є весняні місяці та перша половина вегетації с-г культур. Адже саме тоді формується продуктивність більшості культур, в тому числі й пізніх.

На другій локації науково-дослідні роботи проводилися на землях загальною площею 668 га, розташованих біля населених пунктів Булахів та Гарбузин у Козелецькій селищній громаді Чернігівського району Чернігівської області.

Впродовж 2021–2023 років ми спостерігали незначні відхилення середньодобових температур вище багаторічної норми і виключенням став лише період з третьої декади червня по другу декаду липня 2021 року (3,46–5,91°C). Загалом, в даний проміжок часу переважали близькі до багаторічної норми температури повітря або ж відхилення в нижчий бік. Що позитивно позначилось на рості та розвитку культур які не потребують накопичення значних сум активних температур повітря, таких як кукурудза.

Агротехніка вирощування, система удобрення і захисту культури від бур'янів, хвороб і шкідників була загальноприйнятою для ґрунтів легкого гранулометричного складу в зоні Полісся України.

Вапнякові меліоранти використовували відповідно до ДСТУ 7446:2013. Вапнякове добриво, що одержують розмелюванням твердих вапняків із загальним вмістом карбонатів (у перерахунку на CaCO_3) більше 90% (мас.).

Виклад основного матеріалу дослідження. Наразі існує три системи групування ґрунтів за ступенем кислотності та лужності які різняться і розмірністю шкал (табл. 1).

Таблиця 1

Групування ґрунтів за ступенем кислотності та лужності

Групування ґрунтів за ступенем кислотності та лужності	pH водний ¹	pH сольовий ²	Hg, мг-екв/100 г ґрунту ³
Дуже сильнокислі	<4,5	<4,1	>6
Сильнокислі	4,5-5,0	4,1-4,5	5,1-6,0
Середньокислі	5,0-5,5	4,6-5,0	4,1-5,0
Слабокислі	5,5-6,0	5,1-5,5	3,1-4,0
Близькі до нейтральних	6,0-7,0	5,6-6,0	2,1-3,0
Нейтральні	7,0-7,5	6,1-7,0	<2,0
Близькі до нейтральних	-	7,1-7,5	-
Слаболужні	7,5-8,0	7,6-8,0	-
Середньолужні	8,0-8,5	8,1-8,5	-
Сильнолужні	8,5-9,0	8,6-9,0	-
Дуже сильнолужні	>9,0	>9,0	-

Примітка: ¹ – Агрохімія: підручник. Г.М. Господаренко. К.: Аграрна освіта, 2013. 406 с.

² – ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів.

³ – Добрива та їх використання : Довідник. К. : Арістей, 2010. 254 с.

В цілому поняття актуальної кислотності (pH водний), обмінної (pH сольовий) та гідролітичної кислотності ґрунту (Hg) опрацьовані досить гарно іншими дослідниками, тому до них слід звертатись лише з позицій визначення рівня кислотності для подальшого використання в агрономічній практиці а не в контексті критичності вивчення.

Кислотна деградація ґрунтів і утворення рухомих форм алюмінію створює умови для його надходження та засвоєння рослинами, а також більш інтенсивного поверхневого змивання і вимивання з ґрунту в водойми, де він вбудовується

в харчовий ланцюг тварин. Окрім цього, на кислих ґрунтах зростає рухомість і доступність рослинам інших шкідливих елементів (рис. 1).

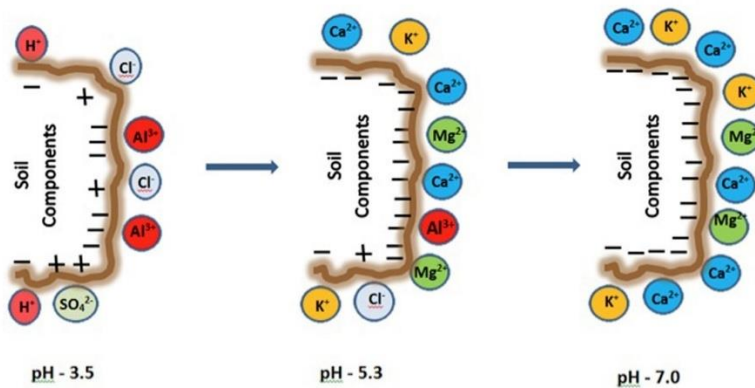


Рис. 1. Вплив рН ґрунту на ґрунтово-вбирний комплекс (ГВК)

Загалом можна сказати що процеси, що відбуваються в кислому ґрунті при внесенні вапна, є складними, але їх можна описати наступним чином: солі Са збільшують вміст Са в обмінному комплексі, що призводить до вищого насичення основами. Одночасно іони Al, що вивільняються з обмінного комплексу в процесі заміщення на Са, нейтралізуються ОН-групами. Як наслідок, спостерігається підвищення рН ґрунту, оскільки кислотний гідроліз Al значно знижується при внесенні вапна, і в обмінному комплексі залишається менше місця для протонів а форми Al стають менш розчинними і, отже, менш реакційноздатними [17; 23; 27].

Відомо, що різні с-г культури не однаково відносяться до підвищеного вмісту рухомого алюмінію в ґрунті. Хоча для усіх рослин надмірні кількості цього елементу є шкідливими, проте найбільш чутливі до підвищення його вмісту є буряки цукрові а також буряки столові, люцерна, конюшина червона, кукурудза, горох, ячмінь, пшениця озима, ріпак та інші культури. Критичною межею для них є діапазон вмісту 50–80 мг/1000 г ґрунту. За такої кількості алюмінію в ґрунті ці культури можуть знижувати врожай на 20–50%.

На сьогодні переважна більшість науковців підтримує водневу гіпотезу ґрунтоутворення кислотності, відповідно до якої іони водню знаходяться в обмінній формі у вбирному комплексі ґрунту. Вивільнення рухомих форм алюмінію вважається вторинним явищем, що виникає як наслідок підвищеної кислотності, зумовленої наявністю водню. Водночас кислий ґрунтовий розчин суттєво ускладнює засвоєння катіонів кальцію, магнію й амонію, спричинює деградацію ґрунтових колоїдів, посилює дисперсність та мобільність гумусових сполук. У таких умовах значно знижується або повністю блокується фіксація атмосферного азоту, пригнічуються амоніфікаційні та нітрифікаційні процеси, що погіршує забезпечення рослин азотом. Також у кислому середовищі легкодоступні форми фосфору переходять у важкорозчинні сполуки – фосфати алюмінію та заліза, які слабо засвоюються.

Також в ґрунтах Полісся часто спостерігаються такі процеси як підкислення ґрунтів, що мають цілий ряд факторів впливу (рис. 2).

1. Ґрунт має «скильність» до кислої реакції.
2. Кліматичні умови, зокрема кількість опадів.
3. Мінералізація органічної речовини.
4. Природна рослинність до початку с.-г. використання
5. Сівозміна.
6. Азотвмісні добрива.
7. Обробіток ґрунту.
8. «Збіднена» система удобрення:
 - відсутні реально діючі державні програми вапнування
 - практично без органічних добрив
 - популярні мінеральні добрива без кальцію/магнію

Ґрунт	Площа, тис. га		%	
	угіддя	рілля	угіддя	рілля
Дерново-підзолистий	2511,2	2209,9	6,0	6,8
Дерново-оглеєний	1674,2	691	4,0	2,1
Дерново-карбонатний	146,9	137,8	0,4	0,4
Сірий лісовий	2620,5	1985,6	6,3	6,1
Темно-сірий опідзолений	1952	1867,7	4,7	5,8
Чорнозем:				
опідзолений	2200,1	2048	5,3	6,3
типовий	7346,8	6997,8	17,6	21,5
звичайний	9250	7962,9	22,2	24,5
південний	3257,5	2993,8	7,8	9,2
інші	2844,2	1579,6	6,8	4,9
Темно-каштановий солонцюватий	1194,5	1090,3	2,9	3,4
Каштановий солонцюватий	100,9	79,8	0,2	0,2
Бурозем кислий	307,3	85	0,7	0,3
Буроземно-підзолистий кислий оглеєний	105,8	44,8	0,3	0,1
Лісно-буроземний кислий оглеєний	104,4	39,3	0,3	0,1
Коричневий	29,1	7,6	0,1	0,0
Лісно-чорноземний і лучний	2996	935,7	7,2	2,9
Лісно-каштановий солонцюватий	94	112,7	0,2	0,3
Лісно-болотний і болотний	729,7	115,4	1,8	0,4
Торфовища	595,8	100,8	1,4	0,3
Інші	1564,9	1387,9	3,8	4,3
Усього	41625,8	32473,4	100	100

Рис. 2. Фактори впливу на підкислення ґрунту

Підвищена концентрація іонів водню (H^+) у природних умовах може формуватись унаслідок гідролізу алюмінієвих сполук, які широко поширені в земній корі, а також при розкладанні свіжих рослинних решток, багатих на вуглеводи. За умов низького рН у ґрунті посилюється розчинність низки потенційно токсичних елементів, таких як алюміній (Al), марганець (Mn), стронцій (Sr) і залізо (Fe), що призводить до зростання вмісту їх рухомих форм. Іони водню та зазначених металів активно заміщують катіони кальцію (Ca^{2+}), магнію (Mg^{2+}) і калію (K^+) у вбирному комплексі, спричинюючи зниження ступеня насиченості основами. Такі ґрунти, як правило, характеризуються несприятливими агрофізичними властивостями: відсутністю структури, ущільненням, зниженою повітро- та водопроникністю.

Цілком зрозуміло, що за формування специфічних погодних умов або особливостей ґрунту до підкислення ми не можемо уповільнити ці зміни без періодичного застосування вапна. Проте, елементи агротехніки та власне мінеральне живлення, яке також вносить свої корективи в зміну кислотності ґрунту ми можемо змінити (рис. 3).

Навіть застосування сучасних і широко розповсюджених добрив таких як КАС обумовлює потребу у застосуванні 49–55 кг/100 кг добрив вапнякових матеріалів. За використання більш традиційних видів мінеральних добрив обсяги вапнування ґрунтів лише зростають.

Слід зазначити, що обсяги вапнування ґрунтів зазнали суттєвих змін і за площею вапнування, і за обсягами внесення вапнякових матеріалів. Якщо у 1986–1990 рр. площа провапнованих кислих ґрунтів у зоні Полісся становила 47,9 тис. га, а у Лісостепу – 31,5 тис. га, то у продовж наступних періодів обсяги вапнування кислих ґрунтів було значно скорочено. За період восьмого туру (2001–2005 рр.) у Поліссі було провапновано лише 1,2 тис. га, а в Лісостепу – 0,5 тис. га. За цього норми внесення вапна на 1 га коливалися у межах від 2,1 до 4,3 т/га. Упродовж 2006–2010 рр. у Поліссі провапновано лише 0,156 тис. га, а в Лісостепу – 0,799 тис. га.

Найвищими обсяги внесення вапна були протягом періоду 1986–1990 рр. У зоні Полісся було використано 148,3 тис. т, а у зоні Лісостепу – 80,6 тис. т $CaCO_3$. Упродовж періоду з 2001 по 2005 рр. обсяги внесення вапна було скорочено до 3,47 тис. т у зоні Полісся та до 1,3 тис. т у зоні Лісостепу. Зменшення обсягів

внесення вапна та скорочення площ вапнування кислих ґрунтів протягом останніх десятиріч спричиняло їх підкислення.

Добриво	Норма CaCO_3 для нейтралізації, кг/100 кг добрива
Аміачна селітра	61
Безводний аміак	148
Вапняково-аміачна селітра	0
Карбамід	81
Амонію сульфат	110
Аміачна вода	45
КАС-32	55
КАС-30	52
КАС-28	49
Амофос	65
Діамонійфосфат	70



Рис. 3. Норми вапнякових матеріалів необхідні для нейтралізації мінеральних добрив

Також було встановлено, зменшення кислотності ґрунтового покриву у зоні Полісся з 4,79 до 5,52 одиниць рН упродовж першого та шостого турів обстеження. Слід відзначити, що зміна кислотності ґрунтового середовища синхронізується з площами вапнування ґрунтів: у періоди зменшення площ вапнування ґрунтів встановлено їхнє суттєве підкислення. Так, якщо у період 1991–1995 рр. середньозважений показник рН сягав значень 5,52, то у наступні десятиліття знизився до 5,19, а у 2006–2010 рр. – до 5,01. Отже навіть скринінг в розрізі десятиріч вказує на процеси поступового підкислення ґрунтів. Хоча в цьому важко достовірно виділити окрему частку мінеральних добрив.

Із врахуванням важливості реакції ґрунтового розчину для с-г культур, відновлення вапнування кислих ґрунтів у необхідних обсягах та щорічне внесення потрібної кількості органічних добрив або проведення рівноцінних цьому обсягу агротехнічних заходів є обов'язковими і першочерговими агротехнічними прийомами окультурення ґрунтів. Крім вапнування кислих ґрунтів, доцільно практикувати підтримувальне вапнування ґрунтів із близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину, особливо на полях, де інтенсивно використовують азотні добрива.

За інформацією з Державної служби статистики, то можна сформувати орієнтовну ситуацію з застосуванням мінеральних добрив та вапна в Україні загалом та в умовах Житомирської і Чернігівської областей (табл. 2).

За результатами наших досліджень визначено, що з реакцією розчину $< 5,5$ в Житомирській області налічується близько 860,7 тис. га, а в Чернігівській 1279,8 тис. га ґрунтів сільськогосподарського призначення. А отже, вони потребують вапнування в тій чи іншій мірі і без належного наукового підходу до вирішення даної проблематики важко досягнути дієвих результатів. Так, по Україні кислі ґрунти займають площу 10120,4 тис. га, що становить 24,4% від загальних площ сільськогосподарських земель.

Таблиця 2

Обсяги застосування мінеральних добрив та вапна в 2020–2024 рр.

Регіон	Обсяг унесених мінеральних добрив (у діючій речовині), тис.т				Обсяг унесених мінеральних добрив у розрахунок на 1 га, кг	Потреба в застосуванні вапнякових матеріалів, кг/га	Площа, на яку внесено вапно, тис. га	Обсяг унесеного вапна, т/га
	усього	азотні	фос-форні	калійні				
2020								
Україна	2488,7	1716,1	432,7	339,9	140	77,0	118,8	2,96
Житомирська	81,5	56,4	11,3	13,8	127	69,9	15,1	1,51
Чернігівська	186,0	118,8	32,8	34,4	183	100,7	7,6	1,79
2021								
Україна	2584,1	1769,9	450,8	363,4	142	78,1	158,0	2,98
Житомирська	92,7	61,0	15,3	16,4	145	79,8	14,8	0,99
Чернігівська	213,0	135,8	36,8	40,4	201	110,6	20,9	1,36
2022								
Україна	1831,9	1214,4	324,0	293,5	126	69,3	96,3	3,05
Житомирська	79,6	45,6	16,1	17,9	129	71,0	10,3	1,72
Чернігівська	115,1	74,2	19,0	21,9	124	68,2	16,9	1,52
2023								
Україна	1400,0	993,6	216,8	189,6	122	67,1	55,5	3,17
Житомирська	51,4	35,3	7,9	8,2	108	59,4	4,4	1,73
Чернігівська	246,7	163,2	37,7	45,8	288	158,4	3,0	0,30
2024								
Україна	1289,0	910,1	201,5	177,4	119	65,5	47,1	3,03
Житомирська	43,9	33,2	6,2	4,5	102	56,1	4,1	1,70
Чернігівська	210,5	154,0	33,0	23,5	254	139,7	2,9	0,30

Навіть якщо провести розрахунки з позиції підкислення ґрунту саме завдяки застосування азотних добрив, визначивши що нам потрібно застосувати на 100 кг добрив 55 кг вапнякових матеріалів, то, при щорічному застосуванні мінеральних добрив потреба в внесенні вапнякових матеріалів для компенсації лише підкислення від застосованих добрив становить в середньому по Україні 71,4 кг/га, в Житомирській області 67,2 кг/га а в Чернігівській області 139,7 кг/га.

Причому, в період починаючи з 2022 року спостерігається стійка тенденція зменшення як обсягів застосування мінеральних добрив по Україні так і в регіональних масштабах. При цьому ми отримали зменшення в порівнянні з 2020 роком в 1,93 раза загалом мінерального удобрення так і по азоту, фосфору та калію в 1,88, 2,14 та 1,91 раза.

В розрізі по областях для Житомирського регіону ми отримали подібні показники зменшення інтенсивності використання добрив. Натомість лише в умовах Чернігівської області обсяги внесених в 2024 році добрив перевищують показники їх застосування порівняно з 2020 роком і лише по калію вноситься дещо менше. Можемо висловити припущення що це пов'язано не лише з дещо біднішими ґрунтами по регіону, які треба підживлювати більш інтенсивно а й з активізацією ведення інтенсивної с-г діяльності за останню п'ятирічку в Чернігівській області.

Більш критичним питанням навіть є не підкислення ґрунту що спричиняється систематичним застосуванням мінеральних, а особливо азотних добрив а різке зменшення площ на яких проводиться вапнування. Адже за аналогічний період, в 2024 році площі скоротились в 2,52 рази порівняно з 2020 роком загалом по Україні та в 3,68 та 2,62 раз в Житомирській та Чернігівській областях.

Також важливо розуміти яка кількість вапна вноситься з розрахунку на одиницю площі, адже це побічно дозволяє нам визначити проблематику питання розкислення ґрунтів. Адже за середньорічної по Україні кількості в 3,0 т/га в Житомирській області застосовується 1,5 т/га а в Чернігівській – 1,1 т/га. Причому за останні два роки саме в умовах Чернігівського регіону кількості вапна на одиницю площі знизились до 0,3 т/га, що є досить мало в плані формування стійких змін рН ґрунту в бік його розкислення.

Також важливо визначити більш детально потребу застосування мінеральних добрив та вапна у 2020–2024 роках, для компенсації кислотності обумовленої внесенням азотних добрив (табл. 3).

Отже, якщо припустити що внесена кількість вапна могла компенсувати кислотність ґрунту сформованої за рахунок застосування мінеральних добрив, то в умовах України це покриває 20,1–33,1 % щорічної потреби вапна для нейтралізації негативного впливу мінеральних добрив.

Аналіз для умов Житомирської області показує що від 15,5 до 50,9 % потреби в застосуванні вапнякових матеріалів може бути перекритою сучасними обсягами внесення вапна. Проте, найгірша ситуація в Чернігівській області де покривається обсягами застосування лише від 0,8 до 40,6 %. Тобто в цілому незначні обсяги застосування вапнякових матеріалів призводять до збільшення проблематики кислих ґрунтів, адже малоімовірно що наразі виробничники застосовують цей агрозахід з метою компенсації фізіологічно кислої реакції мінеральних добрив.

Висновки і пропозиції. Визначено, що в Житомирській області налічується близько 860,7 тис. га, а в Чернігівській 1279,8 тис. га ґрунтів сільськогосподарського призначення з реакцією розчину $< 5,5$, що потребують вапнування в тій чи іншій мірі. Загалом по Україні кислі ґрунти займають площу 10120,4 тис. га, що становить 24,4 % від загальних площ сільськогосподарських земель.

Розраховано, що потреба в внесенні вапнякових матеріалів для компенсації лише підкислення від застосованих добрив становить в середньому по Україні 71,4 кг/га, в Житомирській області 67,2 кг/га а в Чернігівській області 115,5 кг/га. При цьому ж застосовувані дози вапна недостатні для покриття потреби. Так, якщо припустити що внесені в 2024 році кількості вапна могли бути використані для компенсації кислотності ґрунту сформованої за рахунок дії мінеральних добрив, то навіть в умовах Житомирської області це покриває не більше 28,8 % щорічної потреби в застосуванні вапна для нейтралізації негативного впливу мінеральних добрив. Натомість в Чернігівській області фактично застосовувані обсяги меліорантів становлять всього 0,8 % від потреби що є реальною загрозою підкислення ґрунтів регіону.

Таблиця 3

**Потреба застосування мінеральних добрив та вапна в 2020–2024 році,
для компенсації кислотності сформованої за рахунок мінеральних добрив**

Регіон	Площа на якій були застосовані мінеральні добрива, тис.га	Потреба в застосуванні вапнякових матеріалів, тис. т	Співвідношення між обсягами потреби та фактичного застосування, %
2020			
Україна	16409,8	1368,8	25,7
Житомирська	561,7	44,8	50,9
Чернігівська	933,2	102,3	13,3
2021			
Україна	16767,3	1421,3	33,1
Житомирська	576,2	51,0	28,7
Чернігівська	1002,2	117,2	24,3
2022			
Україна	12733,7	1007,5	29,2
Житомирська	516,8	43,8	40,5
Чернігівська	835,1	63,3	40,6
2023			
Україна	11428,7	770,0	7,2
Житомирська	477,6	28,3	15,5
Чернігівська	855,9	135,7	2,2
2024			
Україна	10235,4	709,0	20,1
Житомирська	456,0	24,1	28,9
Чернігівська	843,2	115,8	0,8

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Родючість ґрунтів: моніторинг та управління./ За ред. В.В. Медведєва. К.: Урожай, 1992. 248 с.
2. Сохнич А., Богіра М., Горлачук В., Солярчук Д., Песчанська І. Моніторинг земель : підручник. За ред. д.е.н. Сохнич А.Я. Львів.
3. Сохнич А. Я. Проблеми використання і охорони земель в умовах ринкової економіки. Монографія. Львів: НВФ Українські технології, 2002. 252 с.
4. Сохнич А.Я., Горлачук В.В., Смірнов Є.І, Сохнич О.А. Моніторинг земель: технологічні засади. За ред. доктора економічних наук А.Я. Сохнича. Львів: НВФ Українські технології, 2005. 116 с.
5. Томашівський З.М., Завірюха П.Д. Адаптивні системи землеробства. Навчальний посібник. Львів : Львів. держ. аграр. Ун-т, 2002. 184 с.
6. Черніков В.А., Алексахін Р.М., Голубев А.В. Агроекологія К.: Колос, 2000. 536 с.
7. Badalucco L., Grego S., Dell’Orco S., Nannipieri P. Effect of liming on some chemical biochemical, and microbiological properties of acid soils under spruce (*Picea abies* L.). Biol. Fert. Soils 14, 1992. 76–83.
8. Brady N.C., Weil R.R. The Nature and Properties of Soils, elev-enth ed. Prentice-Hall International, Inc., Upple Sadle River, NJ, USA, 1996. pp. 739.

9. Briedis C., Sá J.C.M., Caires E.F., Navarro J.F., Inagaki T.M., Boer A., Neto C.Q., Canalli L.B., Santos J.B. Changes in organic matter pools and increases in carbon sequestration in response to surface liming in an Oxisol under long-term no-till. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 76, 2012. 151–160.
10. Burns R.G., Davies J.A. The microbiology of soil structure. In: Lopez-Real, J.M., Hodges, R.D. (Eds.), *The Role of Micro-organisms in a Sustainable Agriculture*. Academic Publishers, Berkhamsted, 1986. pp. 9–27.
11. Chenu C. Influence of a fungal polysaccharide scleroglucan, on clay microstructures. *Soil Biol. Biochem.* 21, 1989. 299–305.
12. Chenu C. Extracellular polysaccharides: An interface between microorganisms and soil constituents. In: Huang, P.M., Berthelin, J., Bollag, J.M., McGill, W.B., Page, A.L. (Eds.), *Environmental Impact of Soil Component Interactions Natural and Anthropogenic Organics*, vol. I. Lewis, Boca Raton, pp. 217–233. Cheshire and Hayes, 1995. 1990.
13. Conant R.T., Easter M., Paustian K., Swan A., Williams S. Impacts of periodic tillage on soil C stocks: a synthesis. *Soil Tillage Res.* 95, 2007. 1–10.
14. Doner H.E., Lynn W.C. Carbonate, halide, sulfate, and sulfide minerals, In: Dixon, J.B., Weed, S.B. (Eds.), *Minerals in the Soil Environment*. second ed. Soil Science Society of America, Madison, WI Soil Science Society of America Book Series No. 1. 1989.
15. Edmeades D.C., Judd M., Sarathchandra S.U. The effect of lime on nitrogen mineralization as measured by grass growth. *Plant Soil* 60, 1981. 177–186.
16. Fornara D.A., Steinbeiss S., Mcnamara N.P., Gleixner G., Oakley S., Poulton P.R., MacDonald A.J., Bardgett R.D. Increases in soil organic carbon sequestration can reduce the global warming potential of long-term liming to permanent grassland. *Global Change Biol.* 17, 2011. 1925–1934.
17. Haynes R.J., Naidu R. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and physical conditions: a review. *Nutr. Cycling Agroecosyst.* 51, 1998. 123–137.
18. Haynes R.J., Swift R.S. Effects of lime and phosphate addition on changes in enzyme activities, microbial biomass and levels of extractable nitrogen, sulphur, and phosphorus in an acid soil. *Biol. Fertil. Soils* 6, 1988. 153–158.
19. Haynes R.J. Lime and phosphate in the soil – plant system. *Adv. Agron.* 37, 1984. 249–315.
20. Leifeld J., Bassin S., Conen F., Hajdas I., Egli M., Fuhr J. Control of soil pH on turnover of belowground organic matter in subalpine grassland. *Biogeochemistry* 112, 2013. 59–69.
21. Lundström U.S., Bain D.C., Taylor A.F.S., van Hees P.A.W. Effects of acidification and its mitigation with lime and wood ash on forest soil processes: a review. *Water Air Soil Pollut. Focus* 3, 2003. 5–28.
22. Meriño-Gergichevich C., Alberdi M., Ivanov A.G., Reyes-Díaz M. Al³⁺–Ca²⁺ interaction in plants growing in acid soils: Al-phytotoxicity response to calcareous amendments. *J. Soil. Sci. Plant Nutr.* 10, 2010. 217–243.
23. Osman K.T. *Soil. Principles, Properties and Management*. Springer, New York, USA, 2013. pp. 217.
24. Paustian K., Elliott E.T., Carter M.R. Tillage and crop management impacts on soil C storage: use of long-term experimental data. *Soil Tillage Res.* 47, 1998. vii–xii.
25. Puget P., Angers D.A., Chenu C. Nature of carbohydrates associated with water-stable aggregates of two cultivated soils. *Soil Biol. Biochem.* 31, 1999. 55–63.
26. Srámek V., Fadrhonová V., Vortelová L., Lomsky B. Development of chemical soil properties in the western Ore Mts: (Czech Republic) 10 years after liming. *J. Forest Sci.* 58, 2012. 57–66.
27. Tisdale S.L., Nelson W.L., Beaton J.D. *Soil Fertility and Fertilizers*, fourth ed. Mac Millan Publishing Company, New York. 1985.
28. West T.O., Post W.M. Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation: a global data analysis. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66, 2002. 1930–1946.