



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.816:631.821.1
© 2018

ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ І ПРОДУКТИВНОСТІ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ ВНАСЛІДОК ТРИВАЛОГО ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ І ДОЗ ВАПНА

В.М. Польовий¹, М.М. Лаврук², С.М. Кулик³

*¹доктор сільськогосподарських наук, професор
Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН
вул. Рівненська, 5, с. Шубків Рівненського р-ну Рівненської обл., 35325, Україна
e-mail: rivne_apv@ukr.net*

Надійшла 8.02.2018

Мета. Виявити залежності впливу тривалого застосування систем удобрення і вапнування різними дозами CaCO_3 на вміст гумусу і фізико-хімічні властивості дерново-підзолистого зв'язнопіщаного ґрунту та його продуктивність. **Методи.** Польовий дослід, лабораторні дослідження, системний аналіз, розрахунково-порівняльний. **Результати.** Наведено дані тривалих досліджень (1980 – 2015 рр.) з вивчення впливу органічної та органо-мінеральної систем удобрення в сівозміні та на фоні останньої різних доз вапна на сумарний вихід зернових одиниць, уміст гумусу, потенційну та гідролітичну кислотності, ємність поглинання, суму увібраних основ і насиченість ними дерново-підзолистого зв'язнопіщаного ґрунту. **Висновки.** Застосування без вапнування впродовж 35-ти років на кислому дерново-підзолистому ґрунті органічної і органо-мінеральної систем удобрення не забезпечило зростання вмісту гумусу. За поєднання органо-мінерального удобрення з вапнуванням зі зростанням доз CaCO_3 збільшувався вміст гумусу і поліпшувалися фізико-хімічні властивості ґрунту. Найбільший сумарний вихід зернових одиниць отримано за внесення 1,5 дози вапна на фоні органо-мінеральної системи удобрення.

Ключові слова: ґрунт, вапнування, система удобрення, кислотність, ємність поглинання, гумус, зернові одиниці.

<https://doi.org/10.31073/agroviznyk201805-02>

Ґрунтовий покрив Полісся України представлений переважно легкими за гранулометричним складом дерново-підзолистими ґрунтами з низьким умістом гумусу і елементів живлення та незадовільними

фізико-хімічними показниками, що істотно обмежує можливості ведення на них рентабельного рослинництва. Першочерговим заходом із докорінного поліпшення кислих ґрунтів є вапнування.

За період стабільної дії економічна ефективність хімічної меліорації кислих ґрунтів значною мірою визначається дозами вапна, тривалістю їх дії та співвідношенням між витратами на вапнування і додатковою вартістю врожаю.

Роботи, де висвітлюють експериментальні дані щодо впливу різних доз вапна з урахуванням їх тривалої післядії на вміст гумусу і фізико-хімічні властивості та продуктивність ґрунтів в Україні публікуються вкрай рідко через дуже обмежену кількість стаціонарних дослідів, в яких ці питання можна вивчати.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Підвищення продуктивності кислих ґрунтів після їх вапнування відбувається насамперед завдяки поліпшенню фізико-хімічних властивостей, що є передумовою для підвищення вмісту гумусу, елементів живлення та активізації мікробіологічної діяльності [1–5].

У питанні вапнування актуальним є вивчення впливу різних доз хімічних меліорантів на вміст гумусу в ґрунтах. Численні результати досліджень свідчать про те, що вапнування в поєднанні із застосуванням органо-мінеральної системи удобрення сприяє його накопиченню в ґрунті [6–8].

Унаслідок вапнування кислих ґрунтів істотно поліпшується весь комплекс їхніх фізико-хімічних показників: знижуються потенційна і гідролітична кислотність, зростають ємність поглинання катіонів, сума увібраних основ та насиченість ними [9–14].

Ступінь і тривалість впливу вапнування на властивості ґрунтів передусім залежать від доз CaCO_3 . Тому важливо встановити взаємозв'язок між цими чинниками для кращого розуміння розвитку ґрунтових процесів у часі під дією різних доз меліоранта та для використання нових знань під час підготовки практичних рекомендацій з вапнування кислих ґрунтів.

Мета досліджень — виявити залежності впливу тривалого застосування систем удобрення і вапнування різними дозами CaCO_3 на вміст гумусу і фізико-хімічні властивості дерново-підзолистого зв'язнопіщаного ґрунту та його продуктивність.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили в тривалому стаціонарному польовому досліді, закладеному на землях Інституту сільського господарства

Західного Полісся НААН у 1979 р.

Ґрунт дослідної ділянки — дерново-підзолистий зв'язнопіщаний. Перед закладанням дослідів він мав такі показники: вміст гумусу — 0,86–0,97%, рухомих форм фосфору і калію за Кірсановим — відповідно 109–139 і 55–81 мг/кг ґрунту, pH_{KCl} — 4,6–4,8; гідролітична кислотність і сума ввібраних основ — відповідно 2,3 і 2,8 мг екв/100 г ґрунту. Загальна площа ділянки в досліді — 198 м², облікової — 100 м², повторність — 3-разова. Схему дослідів наведено у табл. 1. Агротехніка вирощування культур — загальноприйнята для цієї зони. Мінеральні добрива під культури сівозміни застосовували в рекомендованих нормах.

На початку дослідів проводили основне вапнування ґрунту, а після закінчення I і II ротацій сівозміни — повторні. Вапно вносили в дозах, передбачених схемою дослідів. Дози CaCO_3 розраховували за показниками гідролітичної кислотності.

Аналітичні роботи виконували в атестованій Вінницьким центром «Облагростандарт» аналітичній лабораторії Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН за такими методами: гумус — за І.В. Тюрніним у модифікації В.М. Сімакова, pH сольової витяжки — потенціометричним (ДСТУ ISO 10390–2001), гідролітичну кислотність — за Каппеном (ГОСТ 26212–91), суму увібраних основ — за Каппеном-Гільковицем (ГОСТ 27821–88), рухомі сполуки фосфору і калію — за методом Кірсанова (ДСТУ 4405–2005).

Польові дослідження проводили за методикою польового дослідів Б.А. Доспехова.

Результати досліджень. Більшість агрономічно важливих властивостей ґрунту залежить від вмісту та його якісного складу.

Дерново-підзолисті ґрунти характеризуються легким гранулометричним складом, природно бідні на гумус, тому стале нарощування врожайності сільськогосподарських культур на них можливе лише за розширеного відтворення його запасів.

Результати досліджень свідчать про те, що після 35-ти років застосування без вапнування ґрунту органічної та органо-мінеральної систем удобрення вміст гумусу в ньому був однаковим — 0,83% (див. табл. 1). Відсутність гумусонакопичення в цих варіантах порівняно

з вихідними даними пов'язане насамперед з пептизацією в кислому середовищі частини новоутворених гумусних речовин і вимиванням їх з орного шару [1].

Вапнування ґрунту докорінно змінює спрямованість трансформації органічної речовини, знижуючи рухомість гумусу, що сприяє нарощуванню його вмісту. Отримані експериментальні дані показують, що вміст гумусу в ґрунті збільшувався зі зростанням доз CaCO_3 . Зокрема, внесення 0,5 дози вапна за гідролітичною кислотністю на орґано-мінеральному фоні удобрення зумовило зростання вмісту гумусу порівняно з фоном з 0,83 до 0,88%. Підвищення дози CaCO_3 до 1,0 дози сприяло зростанню вмісту гумусу до 0,96%. За внесення 1,5 і 2,0 доз вапна в поєднанні з орґано-мінеральним удобренням вміст гумусу підвищився відповідно до 1,06 і 1,09%.

Отримані експериментальні дані також дають змогу визначити вплив тривалого застосування різних систем удобрення і вапнування на фізико-хімічні властивості ґрунту. Аналіз результатів щодо зміни реакції ґрунтового розчину під впливом цих чинників показує, що за органічної системи удобрення кислотність ґрунтового розчину в кінці досліджуваного періоду становила pH_{KCl} 4,4. Поєднання орґанічних добрив з унесенням рекомендованих норм

мінеральних добрив зумовило ще більше підкислення ґрунту — до pH_{KCl} 4,2.

За внесення 0,5; 1,0; 1,5 і 2,0 доз CaCO_3 pH_{KCl} ґрунтового розчину становила відповідно 4,7; 5,1; 5,6 і 5,7. Наведені дані свідчать про те, що на 19-й рік післядії 1,5 і 2,0 доз CaCO_3 ґрунту реакція ґрунтового середовища перебувала в сприятливому для більшості сільськогосподарських культур інтервалі pH_{KCl} . Отримані результати підтверджують потребу в обов'язковому врахуванні чинника тривалості дії різних доз вапна в процесі визначення їх порівняльної економічної ефективності. Оскільки більші фінансові витрати на вапнування підвищеними дозами CaCO_3 порівняно з нижчими можуть бути компенсовані тривалішою дією перших.

Зміна показників гідролітичної кислотності залежно від систем удобрення і доз вапна мала таку саму закономірність, як і обмінної. Її показники за органічної та орґано-мінеральної систем удобрення без вапнування ґрунту становили відповідно 2,65 та 2,80 мг-екв/100 г ґрунту, тобто за доповнення орґанічних добрив мінеральними спостерігалася зростання гідролітичної кислотності.

Вапнування ґрунту істотно впливало на потенційну кислотність. Закономірно, що зі зростанням кількості внесеного меліоранта вона зменшувалася. Так, поєднане

1. Уміст гумусу та фізико-хімічні показники дерново-підзолистого ґрунту після тривалого (1980–2015 рр.) застосування різних систем удобрення і доз CaCO_3

Варіант	Гумус, %	pH_{KCl}	Нг	Ємність поглинання	Сума увібраних основ	Насиченість основами, %
Гній, 17 т/га (1980–2005 рр.), солома (2006–2015 рр.)	0,83	4,4	2,65	4,25	1,6	37,6
НРК + гній, 17 т/га (1980–2005 рр.), солома (2006–2015 рр.) — фон	0,83	4,2	2,80	4,00	1,2	30,0
Фон + CaCO_3 (0,5 Нг перед закладанням досліджу та після I і II ротацій)	0,88	4,7	2,27	4,67	2,4	51,4
Фон + CaCO_3 (1,0 Нг перед закладанням досліджу та після I і II ротацій)	0,96	5,1	2,10	5,00	2,9	58,0
Фон + CaCO_3 (1,5 Нг перед закладанням досліджу та після I і II ротацій)	1,06	5,6	1,97	5,32	3,4	63,9
Фон + CaCO_3 (2,0 Нг перед закладанням досліджу та після I і II ротацій)	1,09	5,7	1,40	5,40	4,0	74,0
$\text{HIP}_{0,95}$	0,03	0,1	0,09			

застосування органо-мінеральної системи удобрення та 0,5; 1,0; 1,5 і 2,0 доз CaCO_3 зумовило зниження гідролітичної кислотності відповідно до 2,27; 2,10; 1,97 і 1,40 мг-екв/100 г ґрунту, що на 18,9; 25; 30 і 50% менше, ніж на фоні.

Одним із базових критеріїв оцінки рівня потенційної та ефективної родючості є ємність катіонного обміну. За результатами наших досліджень у варіанті з тривалим застосуванням органічної системи удобрення ємність вбирання становила 4,25 мг-екв/100 г ґрунту. Доповнення органічних добрив унесенням рекомендованих середніх норм мінеральних добрив призвело до зменшення цього показника до 4,00 мг-екв/100 г ґрунту. Вапнування ґрунту на фоні органо-мінеральної системи удобрення сприяло істотному збільшенню ємності катіонного обміну дерново-підзолистого зв'язнопліщаного ґрунту. При цьому спостерігалася чітка закономірність збільшення ємності вбирання зі зростанням доз CaCO_3 . Зокрема, унесення 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 доз CaCO_3 зумовило збільшення ємності катіонного обміну відповідно на 16; 25; 33 і 35%, що, крім інших чинників, може бути пов'язано з поліпшенням гумусованості ґрунту.

Добрива і хімічні меліоранти діють не лише на ємність вбирного комплексу, а й на склад поглинутих основ. З них досить значний вплив на корисні властивості ґрунтів і умови росту рослин мають кальцій і магній. Насамперед вони коагулюють органічні та мінеральні колоїди, забезпечуючи їх кращу збереженість і накопичення, що є основою підвищення родючості ґрунтів.

Отримані в процесі досліджень дані підтверджують, що тривале застосування різних систем удобрення і різних доз CaCO_3 істотно впливає на суму вібраних ґрунтом основ. За органічної системи удобрення вона становила 1,6 мг-екв/100 г ґрунту. Доповнення органічного удобрення мінеральним у рекомендованих дозах за тривалого застосування призвело до зменшення суми увібраних основ до 1,2 мг-екв/100 г ґрунту. Вапнування ґрунту пропорційно зростаючими дозами CaCO_3 зумовило відповідне зростання вмісту в ньому основ. За унесення 0,5; 1,0; 1,5 і 2,0 доз CaCO_3 сума увібраних основ відповідно зросла до 2,4; 2,9; 3,4 і 4,0 мг-екв/100 г ґрунту.

Для характеристики ґрунту важливо знати кількість увібраних основ та їх співвідношення в ґрунтовому вбирному комплексі з іонами водню. Адже ґрунти з однаковою сумою увібраних основ можуть мати різну ступінь насичення ними і потребу у вапнуванні. За тривалого вирощування сільськогосподарських культур із застосуванням органічної та органо-мінеральної систем удобрення ступінь насичення основами дерново-підзолистого зв'язнопліщаного ґрунту був дуже низьким і становив відповідно 37,6 та 30%. Унесення вапна поліпшувало насиченість основами. Застосування 0,5; 1; 1,5 і 2 доз CaCO_3 перед закладанням досліду та після I і II ротацій сівозміни зумовило істотні зміни в ґрунтовому вбирному комплексі, які чітко проявлялися і після закінчення V ротації. Зокрема, за внесення досліджуваних доз CaCO_3 ступінь насичення ґрунту основами на цей час становив відповідно 51,4; 58; 63,9 і 74%.

З урахуванням тривалого впливу вапнування на властивості ґрунтів і врожайність сільськогосподарських культур найоб'єктивнішим показником оцінки його агрономічної ефективності є зростання сумарної продуктивності ґрунтів за весь період його дії.

Отримані результати свідчать про те, що застосування на кислих ґрунтах без вапнування рекомендованих норм мінеральних добрив недостатньо для підвищення їх продуктивності до високого рівня. Так, за доповнення органічної системи удобрення мінеральними добривами вихід зернових одиниць за весь період досліджень зріс із 113,4 до 141,4 т/га, або на 24,7%, проте в розрахунку на 1 рік був невисоким і становив лише 4,04 т/га (табл. 2).

Вапнування ґрунту 0,5; 1; 1,5 і 2 дозами CaCO_3 на фоні органо-мінеральної системи удобрення забезпечило підвищення продуктивності ґрунту відповідно на 23,2; 33,2; 37,2 і 36,7%.

У сучасному землеробстві найвищої врожайності досягають за рахунок використання ефекту взаємодії різних чинників. Аналіз отриманих експериментальних даних свідчить про дуже високу ефективність вапнування в поєднанні із застосуванням органо-мінеральної системи удобрення. Без вапнування вона підвищувала сумарний вихід зернових одиниць на 24,7%, а в комплексі з унесенням

2. Продуктивність сівозміни залежно від удобрення і доз CaCO₃

Варіант	Сумарна продуктивність сівозміни за 1980–2015 рр., т/га з.од.	Приріст від вапнування		Приріст від мінеральних добрив і вапнування	
		± т/га, з.од.	%	± т/га, з.од.	%
Гній, 17 т/га (1980–2005 рр.), солома (2006–2015 рр.)	113,4	–	–	–	–
NPK + гній, 17 т/га (1980–2005 рр.), солома (2006–2015 рр.) — фон	141,4	–	–	28,0	24,7
Фон + CaCO ₃ (0,5 Нг перед закладанням дослідів та після I і II ротацій)	174,3	32,9	23,2	60,9	53,7
Фон + CaCO ₃ (1,0 Нг перед закладанням дослідів та після I і II ротацій)	188,6	47,2	33,2	75,2	66,3
Фон + CaCO ₃ (1,5 Нг перед закладанням дослідів та після I і II ротацій)	194,2	52,8	37,2	80,8	71,2
Фон + CaCO ₃ (2,0 Нг перед закладанням дослідів та після I і II ротацій)	193,2	52,2	36,7	80,2	70,7

0,5; 1; 1,5 і 2 доз CaCO₃ відповідно на 53,7; 66,3; 71,2 і 70,7%. За 35 років досліджень найвищий вихід зернових одиниць (194,2 т/га) отримано за вапнування дерново-підзолистого ґрунту 1,5 дозою CaCO₃ на фоні органо-мінеральної системи удобрення. Проте за встановлення оптимальних доз вапна

насамперед слід керуватися розрахунками прогновної економічної ефективності.

Отже, вапнування кислих ґрунтів у поєднанні із застосуванням органо-мінеральних добрив дає змогу різко підвищити їх продуктивність і є першочерговою умовою їх високоефективного використання.

Висновки

Застосування впродовж 35-ти років на кислому дерново-підзолистому ґрунті без вапнування органічної і органо-мінеральної систем удобрення не сприяло збільшенню в ньому вмісту гумусу. За внесення на органо-мінеральному фоні удобрення 0,5; 1; 1,5 і 2 доз вапна, розрахованих за гідролітичною кислотністю, уміст гумусу зріс відповідно до 0,88; 0,96; 1,06 і 1,09% проти 0,83% на фоні.

Через 19 років після останнього вапнування найкращі фізико-хімічні показники ґрунту: рН_{KCl} — 5,6 і 5,7; Нг — 1,97 і 1,40;

суму увібраних основ — 3,4–4,0 мг-екв/100 г ґрунту; ємність поглинання — 5,32 і 5,40 мг-екв/100 г ґрунту; насиченість основами — 63,9 і 74,0% забезпечило вапнування відповідно 1,5 і 2,0 дозами CaCO₃. Найбільший сумарний за 35 років вихід зернових одиниць — 194,2 т/га, що на 71,2% більше порівняно з контролем, отримано за внесення 1,5 дози вапна в поєднанні із застосуванням органо-мінеральної системи удобрення. При цьому приріст продуктивності сівозміни суто за рахунок вапнування становив 37,2%.

Полевой В.М., Лаврук Н.Н., Кулик С.Н.

Институт сельского хозяйства Западного Полесья НААН, ул. Ровенская, 5, с. Шубков Ровенского р-на Ровенской обл., 35325, Украина; e-mail: rivne_arv@ukr.net

Дифференциация физико-химических показателей и продуктивности дерново-подзолистой почвы вследствие длительного применения различных систем удобрения

и доз известки

Цель. Определить зависимости влияния длительного применения систем удобрения и известкования различными дозами CaCO₃ на содержание гумуса и физико-химические свойства дерново-подзолистой связнопесчаной почвы и ее продуктивность. **Методы.** Полевой опыт, лабораторные исследования, системный анализ, расчетно-сравнительный. **Результаты.** Приведены

данные длительных исследований (1980–2015 г.) по изучению влияния органической и органо-минеральной систем удобрения в севообороте и на ее фоне различных доз извести на суммарный выход зерновых единиц, содержание гумуса, потенциальную и гидролитическую кислотности, емкость поглощения, сумму поглощенных оснований и насыщенность ими дерново-подзолистой связнопесчаной почвы. **Выводы.** Применение без известкования в течение 35-ти лет на кислой дерново-подзолистой почве органической и органо-минеральной систем удобрения не обеспечило увеличение содержания гумуса. При сочетании органо-минерального удобрения с известкованием по мере увеличения доз CaCO₃ увеличивалось содержание гумуса и улучшались физико-химические свойства почвы. Наибольший суммарный выход зерновых единиц получено при внесении 1,5 дозы извести на фоне органо-минеральной системы удобрения.

Ключевые слова: почва, известкование, система удобрения, кислотность, емкость поглощения, гумус, зерновые единицы.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201805-02>

Poliovyi V., Lavruk M., Kulyk S.

Institute of agriculture of Western Polissia of NAAS, Rivenska Str., 5, village Shubkov, Rivne region, Rivne oblast, 35325, Ukraine; e-mail: rivne_apv@ukr.net

Differentiation of physicochemical parameters

and productivity of sod-podzolic soil owing to long application of different fertilizer systems and doze of lime

The purpose. To determine dependences of prolonged application of fertilizer systems and chalking by various dozes of CaCO₃ on the content of humus and physical and chemical properties of sod-podzolic cohesive sand soil and its productivity. **Methods.** Field experiment, laboratory researches, systems analysis, estimation-comparative. **Results.** Data are given of long researches (1980–2015) in studying influence of organic and organic-and-mineral fertilizer systems in crop rotation and of various dozes of lime on the total yield of grain units, content of humus, potential and hydrolytic acidity, base exchange capacity, sum of the absorbed bases and saturation capacity by them of sod-podzolic cohesive sand soil. **Conclusions.** Application during 35 years on sour sod-podzolic soil of organic and organic-and-mineral fertilizer systems without chalking has not provided growth of content of humus. Combination of organo-mineral fertilizer and chalking with simultaneous increase of dozes of CaCO₃ led to increased content of humus and improvement of physical and chemical characteristics of soil. The greatest total yield of grain units was gained at entering 1,5 dozes of lime on the background of organic-and-mineral fertilizer system.

Key words: soil, chalking, fertilizer system, acidity, base exchange capacity, humus, grain units.
<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201805-02>

Бібліографія

1. Мазур Г.А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів: монографія. Київ: Аграр. наука, 2008. 308 с.
2. Гуменюк А.І. Вапнування ґрунтів. Київ: Урожай, 1968. 100 с.
3. Веремєнко С.І., Польовий В.М., Трушева С.С. Зміна складу та властивостей дерново-підзолистих ґрунтів Полісся України під впливом тривалого сільськогосподарського використання: моногр. Рівне: НУВГП, 2013. 180 с.
4. Трускавецький Р.С., Цапко Ю.Л. Основи управління родючістю ґрунтів: монографія; за ред. Р.С. Трускавецького. Харків: ФОП, 2016. 388 с.
5. Ткаченко М.А. Меліоративна ефективність застосування комплексної хімічної меліорації на сірих лісових ґрунтах Правобережного Лісостепу. *Наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*. 2013. Вип. 17 (Т. 11). С. 102–105.
6. Польовий В.М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві: моногр. Рівне. Волинські обереги, 2007. 320 с.
7. Томашиевський З.М. Известкование кислых почв в Западных областях Украинской ССР: автореф. дисс. ... доктора с.-х. наук. Минск, 1986. 41 с.
8. Шильников И.А., Лебедева Л. А. Известко-

- вание почв. Москва: Агропромиздат, 1987. 172 с.
9. Цапко Ю.Л. Хімічна меліорація кислих ґрунтів України. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 2. С. 50–53.
10. Небольсин А. Н., Небольсина З. П. Известкование почв (результаты 50-летних полевых опытов). С.-Петербург, 2010. 241 с.
11. Дегодюк С.Е., Кириченко А.В. Вплив тривалого застосування добрив на трансформацію фізико-хімічних показників і гумусу в сірому лісовому ґрунті. *Охорона навколишнього природного середовища*. 2015. № 1. С. 46–49.
12. Kádár I., Marton L., Németh T. et al. Effect of liming and mineral fertilization on the soil and crops in a 44-year long-term experiment in Nyírlugos. *Agrokémia és Talajtan*. 2007. V. 56. P. 255–270.
13. Jaskulska I., Jaskulski D., Kobierski M. Effect of liming on the change of some agrochemical soil properties in a long-term fertilization experiment. *Plant Soil Environ*. 2014. V. 60 (4). P. 146–150.
14. Verde, Benvindo S., Danga et al. Effects of manure, lime and mineral P fertilizer on soybean yields and soil fertility in a humic nitisol in the Central Highlands of Kenya. *International J. of Agricultural Science Research*. 2013. V. 2(9). P. 283–291.