

UDC 631.452: 631.6

Yu. L. Tsapko, Dr. Sci. (Biol.), Senior Researcher**K. O. Desyatnik, Cand. Sci. (Biol.), Researcher****A. I. Ogorodnya, Junior researcher****Bahaa Meshref Radwan, Postgraduate**

*National Science Center «Institute for Soil Science and Agrochemistry
research named after A. N. Sokolovsky»*

EFFECT OF LIME AND STRUCTURAL AMELIORANTS ON ACID-BASE STATUS AND PRODUCTIVITY OF SOILS WITH DIFFERENT ACTIVITY OF IONS OF HYDROGEN

The impact of structural and lime ameliorants on acid-base status and productive function of soil shifts acid-base balance in the acid side was found. Also the efficiency of ameliorants of different origin and composition on change of the activity of hydrogen ions, calcium, lime capacity and mass seedling test culture was found. Our studies show the highest efficiency of lime in the sodpodzolic soil accompanied of improving its productive function. Adding lime ameliorants in doses prescribed by buffer schedules facilitates optimal pH for the selected crop improvement and calcium supply in sodpodzolic, light gray soils and podzolized chernozem. The highest increase of barley biomass was reached in the application of dolomite and limestone flux and cement dust.

It was found that in making structural improvements ameliorants most physical and chemical parameters occur on versions with the introduction of loess and marl together with peat.

Study of structural ameliorants on the barley mass seedlings in sodpodzolic sandy soil proves high efficiency of their use. Conducted studies found that the productivity of sodpodzolic soil was most positively affected by joint of introduction of marl and peat and peat-loess, where mass seedling growth amounted to 70,7% and 68,3% respectively. The lowest weight was recorded on barley seedlings options with the introduction of pure clay and clay-2 in combination with peat (28,1%). However, making clay-1 in combination with peat mass promoted increasing of productivity of seedlings twice, proving the impact of these differences clay combined with peat on productive capacity of sodpodzolic soil.

Keywords: *calcium activity, lime potential, lime ameliorants, structural ameliorants, acid-base balance.*

УДК 631.452: 631.6

Ю. Л. Цапко, д-р биол. наук., ст. науч. сотр.

К. А. Десятник, канд. биол. наук., науч. сотр.

А. И. Огородня, млад. науч. сотр.

Бахаа Мешреф Радван, аспирант

Национальный научный центр

«Институт почвоведения и агрохимии им. А. Н. Соколовского»

ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТКОВЫХ И СТРУКТУРНЫХ МЕЛИОРАНТОВ НА КИСЛОТНО-ОСНОВНОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОЧВ С РАЗНОЙ АКТИВНОСТЬЮ ИОНОВ

На основании проведенных лабораторно-модельных опытов установлено влияние известковых и структурных мелиорантов на кислотно-основное состояние и продуктивную функцию почв со смещенным кислотно-основным равновесием в сторону подкисления. Обнаружено эффективность действия разных по происхождению и составу мелиорантов на изменение активности ионов водорода и кальция, известкового потенциала и массы проростков тест-культуры. Проведенными исследованиями показано, что наибольшая эффективность известкования зафиксирована на дерново-подзолистой почве, что сопровождается улучшением его продуктивной функции. Установлено, что при структурной мелиорации наиболее положительные изменения физико-химических показателей зафиксировано на вариантах с внесением леса и мергеля совместно с торфом.

Ключевые слова: *активность кальция, известковый потенциал, известковые мелиоранты, структурные мелиоранты, кислотно-основное равновесие*

УДК 631.452: 631.6

Ю. Л. Цапко, д-р біол. наук., ст. науч. співроб.**К. О. Десятник, канд. біол. наук., науч. співроб.****А. І. Огородня, молод. науч. співроб.****Бахаа Мефреф Радван, аспірант***Національний науковий центр**«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»*

ВПЛИВ ВАПНЯНИХ ТА СТРУКТУРНИХ МЕЛІОРАНТІВ НА КИСЛОТНО-ОСНОВНИЙ СТАН І ПРОДУКТИВНІСТЬ ҐРУНТІВ З РІЗНОЮ АКТИВНІСТЮ ІОНІВ ГІДРОГЕНУ

На підставі проведених лабораторно-модельних досліджень встановлено вплив вапняних і структурних меліорантів на кислотно-основний стан, а також продуктивну функцію ґрунтів із зрушеною кислотно-основною рівновагою в кислотний бік. Виявлено ефективність дії різних за походженням і складом меліорантів на зміну активності іонів гідрогену, кальцію, вапняного потенціалу та масу проростків тест-культури. Проведені дослідження свідчать про найвищу ефективність вапна на дерново-підзолистому ґрунті, що супроводжується поліпшенням його продуктивної функції. Встановлено, що за умов внесення структурних меліорантів найбільш позитивні зміни фізико-хімічних показників відбуваються на варіантах з внесенням лесу та мергелю сумісно з торфом.

Ключові слова: *активність кальцію, вапняний потенціал, вапняні меліоранти, структурні меліоранти, кислотно-основна рівновага.*

Прогресуюче глобальне підкислення педосфери, яке пов'язано зі зміною клімату на земній кулі, особливо в гумідній зоні планети, є однією з актуальних проблем світового ґрунтознавства. Згідно даних FAO, на четвертій частині поверхні ґрунтів продуктивність рослин лімітує кислотність, а різні форми стресу, пов'язані з надлишковою кислотністю, властиві для 40 % ґрунтів світу. В окремих регіонах Європи за останні 50 років кислотність підвищилася на 1,5 одиниці рН. В Україні розповсюджено близько 8,5 млн га ґрунтів, характерною особливістю яких є підвищена кислотність ґрунтового розчину. Крім глобальних впливових чинників на процеси ацидизації ґрунтів, необхідно враховувати ще й той факт, що в Україні, починаючи з 1990 р., через брак коштів, обсяг вапнування кислих ґрунтів різко скоротився. Усе це призвело до зменшення врожайності сільськогосподарських культур, в першу чергу, кальцієфільних. Необхідно звернути увагу й на те, що кисле середовище ґрунту сприяє підвищеному вимиванню важких металів і радіонуклідів у підґрунтові води, зниженню біологічної активності та порушенню екологічного стану на

територіях розповсюдження кислих ґрунтів (Авдонін, 1976; Артюшин, 1980; Цапко, 2011). Тому меліорація, у різних її проявах (хімічна, структурна) є особливо важливим заходом докорінного покращення кислих ґрунтів, який крім підвищення врожайності, має й природоохоронне значення.

Визначення ефективності різних за походженням вапняних та структурних меліорантів на ґрунтах з кислою реакцією середовища, з практичного погляду, є важливим питанням. У запропонованій статті на підставі власних досліджень, проведених у лабораторних умовах, зроблено спробу надати відповідь на зазначене питання.

Мета досліджень – установлення ефективності вапняних і структурних меліорантів на кислотно-основний стан ґрунтів з різною активністю іонів гідрогену та масу проростків ячменю.

Об'єкти, методи та умови досліджень. Об'єктами досліджень було обрано такі ґрунти: чорнозем опідзолений важкосуглинковий ($pH_{\text{водн}} - 5,9$), дерново-підзолистий супіщаний ($pH_{\text{водн}} - 5,4$) та ясно-сірий поверхнево-оглеєний ($pH_{\text{водн}} - 4,0$). Лабораторно-модельні дослідження проведено у склянках з 0,5 кг ґрунту. Повторність трикратна. Тест культура – ячмінь, сорт «Фенікс». Дози кальцієвмісних меліорантів було пораховано за кривими pH -буферності, рівень pH доводили до оптимального (6,8) для гармонійного росту ячменю. Схема досліду 1: контроль; гашене вапно; доломіт; дефекаст; цементний пил; вапняк флюсовий; червоний шлам. Схема досліду 2: контроль (без меліорантів); торф низинний (15 т/га); глина-1 (5 т/га); глина-2 (5 т/га); мергель (5 т/га); лес (5 т/га); торф (15 т/га) + лес (5 т/га); глина-1 (5 т/га) + торф (5 т/га); глина-2 (5 т/га) + торф (5 т/га); торф (15 т/га) + мергель (5 т/га); мергель (5 т/га) + лес (5 т/га).

Визначення pH і активності кальцію проводили на початку та в кінці досліду. Досліджували структурні меліоранти різного походження, їх коротку характеристику наведено нижче (табл. 1). Торф низинний: зольність – 15,7%; $pH_{\text{водн.}}$ – 6,8; середньо-розкладений і середньогуміфікований.

1. Характеристика досліджуваних структурних меліорантів

Показник	Параметри			
	глина-1	глина-2	лес	мергель
$pH_{\text{водн}}$	8,5	8,4	8,6	8,0
Ca, % у сухій масі	0,1	0,1	24,0	18,0
Mg, % у сухій масі	1,2	1,3	1,1	7,0
Мінеральний азот, мг/кг	4,4	4,7	2,7	5,8
P ₂ O ₅ мг/кг	3,2	3,2	20,9	17,0
K ₂ O мг/кг	186,6	165,7	72,3	68,2

Примітка: глина-1 – глина Хмельницького місцявидобування, глина-2 – глина Дружківського місцявидобування.

Результати досліджень. Кислотно-основні властивості ґрунтів

обумовлені наявністю в ґрунтовому розчині катіонів гідрогену, алюмінію, кальцію, магнію і натрію. Взаємодія між гідрогеном і кальцієм визначається як вапняний потенціал, оптимальні значення якого за вирощування ячменю на чорноземі опідзоленому становлять 4,8-5,2; на ясно-сірому лісовому ґрунті – 4,4-5,1 та на дерново-підзолистому – 4,2-4,7 (Трускавецький, 2003). За рівнозначних показників кислотності, але різних показників активності кальцію ґрунти по-різному впливають на рослини. Кращі умови зростання створюються там, де вапняний потенціал урівноважений і в ґрунтовому розчині міститься достатня кількість кальцію, присутність якого істотно загальмовує негативний, а іноді навіть і токсичний вплив підвищеного вмісту гідрогену, алюмінію чи натрію на рослини. Тому за вапняним потенціалом можливо оцінити агроекологічний стан досліджуваного ґрунту.

На ясно-сірому ґрунті на варіантах з гашеним вапном та доломітом уже через сім днів компостування рН ґрунту підвищився до 6,7 при 5,4 на контролі й наприкінці досліду становив 6,8 та 6,7 відповідно, що свідчить про високу швидкість дії цих меліорантів. Швидка дія гашеного вапна пов'язана з тим, що в ньому кальцій знаходиться у вигляді гідроксиду – $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Саме наявність гідроксилів у цьому меліоранті обумовлює його високу розчинність, а як наслідок і швидкість дії (табл. 2).

Доломіт складається з оксидів та карбонатів кальцію і магнію, при цьому вміст останньої форми значно переважає. За умов внесення до ґрунту доломіту як меліоранту його карбонати, реагуючи з водою, перетворюються на швидкорозчинні гідроксиди кальцію та магнію. На варіанті з цементним пилом, де після компостування також досягнуто оптимального рівня рН - 6,7, наприкінці досліду спостерігалось зниження значення цього показника до 6,4. Останнє може відбуватися за рахунок підвищення біологічної активності ґрунту, що сприяє значному продукуванню аніонних форм сірки та азоту. У подальшому відбувається зв'язування катіону кальцію новоутвореними аніонами з утворенням солей, наприклад сульфатів і нітратів. Крім цього, зниження рН та активності кальцію наприкінці досліду пов'язано з високим приростом біомаси ячменю на цьому варіанті 43,3 %, оскільки наслідок і вищим виносом кальцію. Подібним чином цей меліорант подіяв і на дерново-підзолистому ґрунті, за умови підвищення біомаси рослин ячменю на 50,5 %, активність кальцію протягом досліду знизилася з 2,4 до 0,8 ммоль/дм³, та все ж рН ґрунту залишився на оптимальному рівні. Водночас на чорноземі опідзоленому, де було отримано найвищий приріст біомаси 53,3 %, показники рН та активності кальцію, залишалися стабільними протягом усього досліду, що пов'язано перш за все з високою буферною здатністю згаданого ґрунту. Слід також зазначити, що для чорнозему кальцій є генетично спорідненим елементом, а тому й краще затримується в ґрунті, на відміну від ясно-сірого лісового та дерново-підзолистого ґрунтів, які сформувалися під впливом кислих продуктів розкладу лісової підстилки і головним чином на материнських

породах, бідних на вапно, у зв'язку з чим поглинутого кальцію в них недостатньо, щоб наситити навіть їх невелику поглинальну ємність, а в поглинутому стані знаходиться іон гідрогену, тому кальцій який потрапляє до ґрунту разом з меліорантами, закріплюється гірше (Соколовський, 1956; Трускавецький, 2003; Цапко, 2011).

2. Зміна рН, активності кальцію та вапняного потенціалу ґрунтів з різною кислотно-основною рівновагою під впливом вапняних меліорантів різного походження (I – на початку, II – наприкінці проведення дослідів)

Варіант	рН		рСа		Вапняний потенціал, рН-0,5рСа		Активність кальцію, а _{Са} , ммоль/дм ³	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Чорнозем опідзолений опт. 4,8 - 5,2								
Контроль	5,9	5,8	2,6	2,6	4,6	4,5	5,0	4,3
Гашене вапно	6,8	6,8	2,0	2,4	5,8	5,6	16,6	6,9
Доломіт	6,9	6,8	1,9	2,3	5,9	5,6	22,9	8,7
Цементний пил	6,8	6,8	2,0	1,9	5,8	5,8	19,1	21,9
Вапняк флюсовий	6,9	6,8	2,2	2,2	5,8	5,7	10,5	12,0
Червоний шлам	6,7	6,5	2,0	2,5	5,7	5,2	17,0	5,2
НІР _{0,5}	0,1	0,3	-	-	-	-	0,8	1,4
Ясно-сірий лісовий ґрунт опт. 4,4 - 5,1								
Контроль	5,4	5,4	2,6	2,1	4,1	4,3	4,8	3,1
Гашене вапно	6,7	6,8	2,1	2,2	5,6	5,7	15,2	12,0
Доломіт	6,7	6,7	1,7	1,8	5,9	5,8	39,9	29,5
Цементний пил	6,7	6,4	1,9	2,4	5,7	5,2	23,0	7,3
Вапняк флюсовий	6,1	6,9	1,9	2,0	5,1	5,9	23,0	16,6
Червоний шлам	5,5	6,3	2,1	2,7	4,5	4,9	15,9	3,7
НІР _{0,5}	0,4	0,4	0,6	0,1	0,1	0,3	0,8	0,1
Дерново-підзолистий ґрунт опт. 4,2 - 4,7								
Контроль	4,0	4,0	3,2	3,7	2,4	2,1	1,0	0,3
Гашене вапно	6,9	6,8	2,4	3,1	5,7	5,2	7,6	1,4
Доломіт	5,5	6,1	2,9	2,6	4,1	4,8	2,5	4,9
Цементний пил	6,8	6,9	2,9	3,4	5,4	5,2	2,4	0,8
Вапняк флюсовий	7,4	7,0	3,1	3,0	5,9	5,5	1,4	1,7
Червоний шлам	5,2	6,7	3,0	3,6	3,7	4,9	1,8	0,5
НІР _{0,5}	0,15	0,1	-	-	-	-	0,5	0,2

На варіанті з внесенням червоного шламу на дерново-підзолистому та ясно-сірому ґрунтах, рН ґрунтового середовища протягом дослідів не досягнув оптимальних рівнів, а активність кальцію наприкінці дослідів була нижчою, ніж на контролі. На дерново-підзолистому ґрунті після внесення вказаного меліоранту спостерігалось менш інтенсивне, порівняно з іншими меліорантами, підвищення рН, але до кінця дослідів цей показник уже мав оптимальні значення, а як наслідок це сприяло отриманню 43,6 % приросту біомаси рослин ячменю, тоді як на чорноземі опідзоленому та ясно-сірому ґрунті він становив

7,3 та 6,3 % відповідно. Таку відмінність дії червоного шламу ми пов'язуємо з генетичними особливостями ґрунтів, адже дерново-підзолистий ґрунт є бідним не лише відносно насиченості кальцієм, а й стосовно інших елементів живлення, зокрема й мікроелементів, на які багатий червоний шлам, тому надходження їх до ґрунту разом з меліорантами найбільше відобразилося на продуктивності рослин саме на цьому ґрунті.

Стосовно зміни рН ґрунтового середовища під впливом червоного шламу, найвищою стабільністю виділяється чорнозем опідзолений, де $pH_{\text{водн}}$ наближався до бажаного 6,8 (оптимальний рівень рН для ячменю) та залишався на цьому рівні протягом усього дослідження, що підтверджує ефективність визначення норм вапняних меліорантів за графіками буферності.

Засвідчено істотне підвищення активності кальцію у провапнованих варіантах на всіх ґрунтах. На ясно-сірому та дерново-підзолістому ґрунтах зміни активності були істотно більшими, ніж на чорноземі опідзоленому. На наш погляд, зазначені зміни пов'язані з більшою буферністю чорнозему опідзоленого.

На чорноземі опідзоленому та ясно-сірому ґрунті вапняний потенціал на контролі був нижчим за оптимальний, а на дерново-підзолістому взагалі мав критичні рівні ($< 3,3$). За умов внесення меліорантів цей показник наближається до оптимальних значень.

Вивчення впливу вапняних меліорантів на масу проростків ячменю на ґрунтах з різною кислотно-основною рівновагою показало найвищу ефективність від вапнування на дерново-підзолістому ґрунті, адже цей ґрунт характеризується найвищою кислотністю та низькою буферністю. Тому внесення кальцієвмісних меліорантів на цьому ґрунті супроводжується поліпшенням його продуктивної функції.

Проведеними дослідженнями встановлено, що на продуктивну функцію дерново-підзолистого ґрунту найбільш позитивно вплинув доломіт, при цьому досліджувані меліоранти, у порядку послаблення ефективності, розташувалися таким чином: доломіт > цементний пил > червоний шлам > гашене вапно > вапняк флюсовий. Установлена ефективність цементного пилу пояснюється не тільки його високою нейтралізуючою здатністю, але й тим, що в його складі міститься до 4 % K_2O , 1 % MgO та до 4 % сірки. Тобто, у цьому випадку ефективність меліоранту обумовлена не тільки його суто нейтралізуючою кислотністю дією, але й безпосередньо поліпшенням поживного режиму дерново-підзолистого ґрунту.

На ясно-сірому ґрунті ефективність дії меліорантів, у порядку послаблення, змінюється таким чином: цементний пил > вапняк флюсовий > доломіт > гашене вапно > червоний шлам.

У порядку зменшення ефективності на чорноземі опідзоленому досліджувані меліоранти розташовані так: цементний пил > доломіт > вапняк флюсовий > гашене вапно > червоний шлам. Як свідчать отримані нами

результати досліджень, на чорноземі опідзоленому найбільш ефективно діє доломіт, вапняк флюсовий та цементний пил. Позитивний вплив доломіту, на наш погляд, зумовлений тим, що в ньому міститься до 35 % $MgCO_3$, якому притаманна краща за $CaCO_3$ розчинність, тому він діє ефективніше за гашене вапно.

Пояснення такої високої ефективності ми бачимо в тому, що чорнозему опідзоленому притаманний високий рівень біологічної активності, що значно підсилює кінетику взаємодії між меліорантом та ґрунтом. Останнє сприяє переходу карбонату кальцію у гідрокарбонат, який діє у напрямку зрушення кислотно-основної рівноваги у бік нейтралізації кислотності. Крім цього, у чорноземі опідзоленому доволі високий уміст органічної речовини (уміст гумусу у шарі 0-20 см дорівнює 3,5-3,7 %), що також сприяє більш повній взаємодії доломіту з колоїдними частками ґрунту і, як наслідок, кращому забезпеченню ґрунту на кальцій.

Установлено, що на всіх варіантах досліді з застосуванням структурних меліорантів, порівняно з контрольним варіантом (рН 5,4) рівень кислотності знижується. Винятком були варіанти із внесенням торфу як у чистому вигляді, так і сумісно з глинами.

Найбільше зниження кислотності до рН 6,3-6,4, зафіксовано за внесення мергелю і лесу як у чистому вигляді, так і у комплексі. На нашу думку, це пов'язано із значним умістом кальцію у цих меліорантах (18-24 %), який є головним антагоністом іонів гідрогену у ґрунтового розчині. Зазначимо, що за умов внесення даних меліорантів у чистому вигляді підвищення активності кальцію відбувається менш інтенсивно (з 5,4 ммоль/дм³ на контролі до 16,6 – лес, 28,9 – мергель), ніж за внесення їх сумісно з торфом (63,3 та 77,8 ммоль/дм³ відповідно). Наведене вище засвідчує, що для підвищення ефекту від застосування структурних меліорантів необхідним є поєднання їх з органічними добривами чи в органо-мінеральні комплекси.

На фоні кислотності й активності кальцію внесення структурних меліорантів веде до зміни й вапняного потенціалу. На варіантах досліді з внесенням глини і торфу як окремо, так і в поєднанні, вапняний потенціал набув оптимальних значень 4,3-4,6 одиниць (оптимум 4,2-4,7), а на інших варіантах він був дещо вищим за оптимальний, але при цьому досягає допустимих рівнів у лужному інтервалі.

Вивчення впливу структурних меліорантів на масу проростків ячменю на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті доводить високу ефективність від їх застосування. Проведеними дослідженнями встановлено, що на продуктивну функцію дерново-підзолистого ґрунту найбільш позитивно вплинуло сумісне внесення торфу з мергелем і торфу з лесом, де приріст маси проростків складав 70,7 % та відповідно 68,3 %. Найменша маса проростків ячменю зафіксована на варіантах з внесенням глини у чистому вигляді та глини-2 у поєднанні з торфом (28,1 %). Проте внесення глини-1 у комплексі з торфом сприяло підвищенню

продуктивності маси проростків у два рази, що доводить різницю впливу цих глин у поєднанні з торфом на продуктивну здатність дерново-підзолистого ґрунту.

Висновки. Внесення вапняних меліорантів у дозах, визначених за графіками буферності, сприяє встановленню оптимальних показників рН для обраної сільськогосподарської культури та поліпшенню кальцієвого живлення на дерново-підзолистому, ясно-сірому ґрунтах та чорноземі опідзоленому. Найвищий приріст біомаси ячменю досягнуто за умов застосування доломіту, вапняку флюсового та цементного пилу.

Установлено позитивний вплив структурних меліорантів на фізико-хімічні показники та продуктивність дерново-підзолистого супіщаного ґрунту. Найвищий ефект досягається під час застосування мергелю та лесу сумісно з торфом.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

Авдонин Н. С. Известкование кислых почв / Н. С. Авдонин, А. В. Петербургский, С. Т. Шредеров. – М.: Колос, 1976. – 380 с.

Avdonin N. S., Peterburgskiy A. V., Shrederov S. T., 1976, "Acid soil liming", Moscow, Kolos, 380 p.

Артюшин А. М. Известкование кислых почв и процессы его трансформации: монография / А. М. Артюшин, М. Е Яковлева. – Л.: Наука. 1980. – 286 с.

Artyushin A. M., Yakovleva M. Ye., 1980, "Acid soil liming and the processes of lime transformation", monography, Leningrad, Nauka, 286 p.

Соколовський О. Н. Сільськогосподарське ґрунтознавство / О. Н. Соколовський. – М., 1956. – 329 с.

Sokolovskiy O. N., 1956, "Agricultural soil science", Moscow, 329 p.

Цапко Ю. Л. Ресурсозбережувальне окультурювання кислих ґрунтів як чинник їх ефективного функціонування: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. докт. біол. наук: спец. 03.00.18 «Ґрунтознавство» / Ю. Л. Цапко. – Чернівці, 2011. – 37 с.

Tsapko Yu. L., 2011, "Resource saving cultivation of acid soils as their effective functioning factor», abstrac of dissertation for the degree of doctor of the biologiacak sciences, speciality 03.00.18 "Soil Science", Chernivzi, 37 p.

Трускавецький Р. С. Буферна здатність ґрунтів та їх основні функції. – Харків: Нове слово, 2003. – 228 с.

Truskavetskiy R. S., 2003, "Buffer ability of soils and their main functions", Kharkiv, Nove slovo, 228 p.