

УДК 631.4

БУФЕРНІ КРИВІ ТА ПОКАЗНИКИ КИСЛОТНО-ОСНОВНОЇ БУФЕРНОСТІ БУРОЗЕМНО-ПІДЗОЛИСТИХ ҐРУНТІВ ПЕРЕДКАРПАТТЯ ПІД РІЗНИМИ УГІДДЯМИ

І. Смаґа, д. б. н.

ORCID ID: 0000-0002-9000-3832

І. Казімір, к. б. н.

ORCID ID: 0000-0001-8362-4676

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

<https://doi.org/10.31734/agronomy2022.26.163>

Смаґа І., Казімір І. Буферні криві та показники кислотно-основної буферності буроземно-підзолистих ґрунтів Передкарпаття під різними угіддями

Подано показники кислотно-основної буферної здатності буроземно-підзолистого ґрунту Передкарпаття під різними видами угідь, визначеними за буферними кривими потенціометричного титрування.

Встановлено характер буферних кривих та параметри показників кислотно-основної буферності буроземно-підзолистих ґрунтів Передкарпаття під лісом, пасовищем та ріллею. Простежено відмінності у параметрах та профільному розподілі нейтралізувальної й поглинальної здатності ґрунту щодо кислоти (інтервал від $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ до pH 3,0) та щодо луґу (інтервал від $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ до pH 8,0), показника нейтралізації, а також градієнта pH суспензії за максимального кислотного та лужного навантаження. Обґрунтовано недоцільність розрахунку показника буферності ґрунту в зазначених кислотному та лужному інтервалах діленням величини нейтралізувальної та поглинальної здатності ґрунту в мг-екв./100 г на градієнт pH відносно початкової точки титрування ($\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$) при максимальному введенні кислоти чи луґу. Встановлено, що градієнт pH за максимального кислотного та лужного навантаження від початкової точки титрування не забезпечує об'єктивність відображення кислотно-основної буферної здатності буроземно-підзолистого ґрунту та не узгоджується з його нейтралізувальною та поглинальною здатністю як у кислотному, так і в лужному інтервалах. Виявлено аналогічний характер профільного розподілу величин $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ та показника нейтралізації незалежно від виду угіддя.

Для характеристики кислотно-основної буферної здатності ґрунту в кислотному та лужному інтервалах, близьких до початкової точки буферної кривої, запропоновано визначати градієнт pH при введенні кислоти та луґу мінімальної концентрації, який свідчить про здатність ґрунту протистояти зрушенню реакції середовища в бік підкислення чи підлугування внаслідок вступу в реакцію найбільш розчинних сполук ґрунту.

Ключові слова: буроземно-підзолистий ґрунт, кислотно-основна буферність ґрунту, буферна крива, показник нейтралізації, кислотно-основний стан ґрунту, нейтралізувальна здатність ґрунту, градієнт pH , кислотне навантаження, лужне навантаження.

Smaha I., Kazimir I. Buffer curves and indicators of acid-base buffering of brown podzolic soils of Eastern Carpathian Foothills under different terrains

Indicators of the acid-base buffer capacity of brown earth-podzolic soil of Eastern Carpathian Foothills under different types of soils, determined by buffer curves of potentiometric titration, are presented.

The character of the buffer curves and the parameters of the indicators of acid-base buffering of brown podzolic soils of Eastern Carpathian Foothills under forest, pasture and arable land were established. The differences in the parameters and profile distribution of the neutralizing and absorbing capacity of the soil with respect to acid (interval from $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ to pH 3.0) and alkali (interval from $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ to pH 8.0), the neutralization indicator, as well as the pH gradient of the suspension at the maximum acid and alkaline load were monitored. It is established that calculating the buffering index of the soil in the specified acid and alkaline intervals by dividing the value of the neutralizing and absorbing capacity of the soil in mg-eq/100 g by the pH gradient relative to the starting point of the titration ($\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$) at the maximum introduction of acid or alkali is impractical. It is confirmed that the pH gradient at the maximum acid and alkaline load from the starting point of the titration does not ensure the objectivity of displaying the acid-base buffering capacity of brown podzolic soil and is not consistent with its neutralizing and absorbing capacity in both acidic and alkaline intervals. The similar nature of the profile distribution of values and the neutralization index was revealed, regardless of the type of land.

In order to characterize the acid-base buffering capacity of the soil in the acidic and alkaline intervals close to the starting point of the buffer curve, it is proposed to determine the pH gradient upon the introduction of acid and alkali of minimum concentration, which indicates the soil ability to resist a shift in the reaction of the environment in the direction of acidification or alkalinization due to the entry into the reaction of the most soluble soil compounds.

Key words: brown podzolic soil, acid-base buffering of the soil, buffer curve, neutralization index, acid-base state of the soil, neutralizing capacity of the soil, gradient, acid load, alkaline load.

Постановка проблеми. Вивчення здатності ґрунтів протистояти зміні реакції середовища за дії природних та антропогенних чинників, тобто їх кислотно-основної буферної здатності, – важливе для попередження процесів підкислення та фізико-хімічної деградації ґрунтового покриву. Одним із чинників, що лімітують родючість буроземно-підзолистих ґрунтів Передкарпаття, є несприятливі параметри показників кислотно-основного стану, зокрема висока кислотність та підвищений вміст рухомого алюмінію. Вони пов'язані з формуванням таких ґрунтів на елювії щільних кислих осадових, метаморфічних порід, делювіальних і давньоалувіальних відкладах за умов промивного водного режиму переважно під лісовою рослинністю. Останніми десятиліттями прогресуюче підкислення ґрунтового покриву стало однією з найбільш актуальних проблем аграрного землекористування. Тому важливо встановити здатність ґрунтів протистояти підкисленню чи підлуженню ґрунтового розчину, що може стати наслідком антропогенного впливу, зокрема внесення кислих мінеральних добрив. Для цього необхідно запропонувати об'єктивні показники, які характеризують кислотно-основну буферність цих ґрунтів та їхні параметри за різних способів землекористування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Показники рН-буферної здатності ґрунту дають інтегральну оцінку кислотно-основним ґрунтовим реакціям, а також є важливими для оцінки й прогнозування змін агроєкологічного стану ґрунту та вирішення загальноєкологічних завдань [8; 11; 12]. Упродовж тривалого часу кислотно-основну буферність визначали за різними варіантами методики Арреніуса й отримували показник буферної площі у кислотному та лужному інтервалах. Це не давало змоги ввести ці показники як критерії оцінки фізико-хімічної деградації ґрунту [6].

Сучасний метод визначення кислотно-основної буферності ґрунту в Україні затверджений на рівні стандарту та ґрунтується на вимірюванні зміни рН ґрунтової суспензії внаслідок додавання серії визначених доз кислоти чи лугу [10]. За цим методом буферність ґрунту розглядають відносно порівняльного безбуферного субстрату, зазвичай відмитого кварцевого піску, або 0,05 М розчину CaCl_2 [4]. При цьому будують криві безперервного потенціометричного титрування водної суспензії ґрунту та безбуферного субстрату. Показником кислотно-основної буферності є розмір площі фігури, що утво-

рюється між цими кривими в лужному та кислотному інтервалах [3]. На основі таких даних запропоновано розраховувати низку показників кислотно-основної буферності [4; 5; 8; 9], які є об'єктивними критеріями оцінки агроєкологічного стану ґрунту, установлення спрямованості його змін та розробки заходів з оптимізації.

Показники буферних властивостей ґрунту щодо кислоти та лугу можна отримати також на основі буферних кривих, тобто без побудови кривої потенціометричного титрування безбуферного субстрату [2]. Вони й стали предметом розгляду нашого дослідження.

Постановка завдання. Наше завдання – встановити параметри показників кислотно-основної буферної здатності, розрахованих на основі кривих буферності буроземно-підзолистого ґрунту Передкарпаття, закономірності їх формування під різними видами угідь та об'єктивність. Об'єкт досліджень – кислотно-основна буферна здатність ґрунту. Предмет досліджень – показники кислотно-основної буферності ґрунту, які розраховують на основі буферних кривих.

Методика досліджень. Дослідження проводили на буроземно-підзолистих ґрунтах під різними типами угідь на території Вижницького передгірського агроґрунтового району Чернівецької області. У типових умовах кожного угіддя закладали ґрунтові розрізи під мішаним лісом, неокультурним пасовищем та ріллею. Зразки ґрунту відбирали у триразовій повторності. З підготовленими до аналізу зразками ґрунту проводили потенціометричне титрування із зростаючими концентраціями кислоти та лугу – нормальність від 0,005 до 0,05. Розчини кислоти та лугу готували на 0,05 М розчині CaCl_2 . На основі побудованих кривих буферності визначали протикислотну (в інтервалі від рН CaCl_2 до рН 3,0) і протиосновну (в інтервалі від рН CaCl_2 до рН 8,0) нейтралізувальну і поглинальну здатності ґрунту, градієнти рН відносно рН CaCl_2 (початкового рН буферних кривих) за введення кислоти і лугу максимальної концентрації [2] та показник нейтралізації [5].

Виклад основного матеріалу. Кожному ґрунту, залежно від його генетичних особливостей, притаманний певний характер кривої рН-буферності. Вона графічно відображає зміну рН ґрунтової суспензії за додавання до ґрунту розчинів кислоти чи лугу відповідних концентрацій.

Розглянемо показники буферних властивостей ґрунту щодо кислоти та лугу, отримувані на основі буферних кривих, тобто без побудови кривої потенціометричного титрування безбуферного субстрату [2]. Встановлено, що для буроземно-підзолистих ґрунтів під різними угіддями буферні криві мають однаковий характер. У деяких випадках виявлено їх переплітання, що свідчить про неоднакову буферність досліджуваних ґрунтів у різних інтервалах значень рН. Буферні криві гумусово-елювіального, елювіального та ілювіального горизонтів ґрунтів різних угідь досить істотно відхиляються одна від одної, на відміну від буферних кривих нижньої товщі ґрунту. Неоднаковий вміст гумусу, обмінних основ, різний ступінь насиченості основами у ґрунтах досліджуваних угідь визначають їхню здатність протистояти підкисленню та підлугуванню і визначають характер буферних кривих.

Визначення показників буферних властивостей в інтервалі від pH_{CaCl_2} до рН 5,0 у досліджуваних ґрунтах Передкарпаття неможливе, оскільки значення рН у витяжці 0,05 М розчину $CaCl_2$ здебільшого нижче від 5,0. Тож пропонуємо визначати протикислотну нейтралізувальну і поглинальну здатності для середньо- та сильно-кислих ґрунтів у діапазоні від pH_{CaCl_2} до рН 3,0 (рис.). Визначення відповідних значень зрушення рН відносно початкового pH_{CaCl_2} за введення максимальних концентрацій кислоти, або лугу [2], дає змогу отримати додаткові відомості про загальну протикислотну, або протигосновну буферність ґрунту в усьому можливому інтервалі значень рН.

Вважаємо за доцільне розраховувати також зрушення рН суспензії при введенні мінімальних концентрацій кислоти, або лугу, оскільки в такому разі в реакцію вступають найбільш розчинні сполуки ґрунту. Саме вони формують буферність ґрунту в інтервалах, близьких до початкової точки буферних кривих, та починають нейтралізовувати вплив кислотних чи лужних речовин на ґрунт.

Виокремленням на буферній кривій відрізка у межах від pH_{CaCl_2} до рН 3,0 розраховують нейтралізувальну і поглинальну здатність ґрунту у мг-екв. / 100 г ґрунту щодо кислоти, а від pH_{CaCl_2} до рН 8,0 – нейтралізувальну і поглинальну здатність ґрунту щодо лугу в зазначених інтервалах значень рН.

У буроземно-підзолистому ґрунті під різними угіддями зафіксовано близькі величини, аналогічний характер змін за профілем величини

показника pH_{CaCl_2} (табл.). Близькі закономірності притаманні й для значень нейтралізувальної та поглинальної здатності ґрунту. При вищих значеннях pH_{CaCl_2} зростає нейтралізувальна здатність ґрунту відносно кислоти і, навпаки, – при нижчих його значеннях зростає нейтралізувальна здатність ґрунту відносно лугу. Найнижчі значення цього показника приурочені до гумусово-елювіального та елювіального горизонтів, що пов'язано зі специфікою генетичної природи буроземно-підзолистого ґрунту. Показник рН суспензії в 0,05 М розчині $CaCl_2$ (початковий рН буферних кривих) можна використовувати як самостійний параметр, який містить інформацію про процеси ґрунтоутворення, оскільки за своєю природою може характеризувати певну частку обмінної кислотності ґрунту. Саме в зазначених горизонтах ґрунту вона вища порівняно з ілювієм, що характерно й для величини обмінної кислотності профільно-диференційованих ґрунтів Передкарпаття [7].

Найвищу нейтралізувальну здатність щодо кислот має ґрунт під покривом лісу – 7,02–9,70 мг-екв./100 г ґрунту, а найнижчу – пасовища неосушеного зі значеннями 4,55–5,50 мг-екв./100 г ґрунту залежно від генетичного горизонту. Ґрунт під ріллею займає проміжне положення за значеннями цього показника. Зауважимо, що саме у ґрунті під лісом та ріллею величини рН суспензій в 0,05 М розчині $CaCl_2$ вищі, ніж у ґрунті під пасовищем. Для ґрунтів досліджуваних угідь характерна зворотна картина щодо нейтралізувальної та поглинальної здатності в інтервалі від pH_{CaCl_2} до рН 8,0. Найвищими її значеннями характерний ґрунт під пасовищем (4,2–10,6 мг-екв./100 г ґрунту в межах профілю). У ґрунті під лісом та ріллею (за винятком верхнього генетичного горизонту) значення цього показника близькі та в 1,5 раза нижчі порівняно з ґрунтом під лісом. Вищі значення нейтралізувальної та поглинальної здатності ґрунту щодо лугу у верхньому горизонті можуть бути зумовлені вищим вмістом у ньому кислих гуматів з їх підвищеною здатністю до обмінної абсорбції катіонів.

Параметри буферності ґрунту за прописом методики [2] необхідно визначати діленням нейтралізувальної та поглинальної здатності ґрунту на величину зрушення рН для інтервалів від pH_{CaCl_2} до рН 3,0 (протикислотна буферність) та від pH_{CaCl_2} до рН 8,0 (протигосновна буферність). Виходячи з алгоритму розрахунку, буферність виражатиметься мг-екв./100 г ґрунту на одиницю зміни рН.

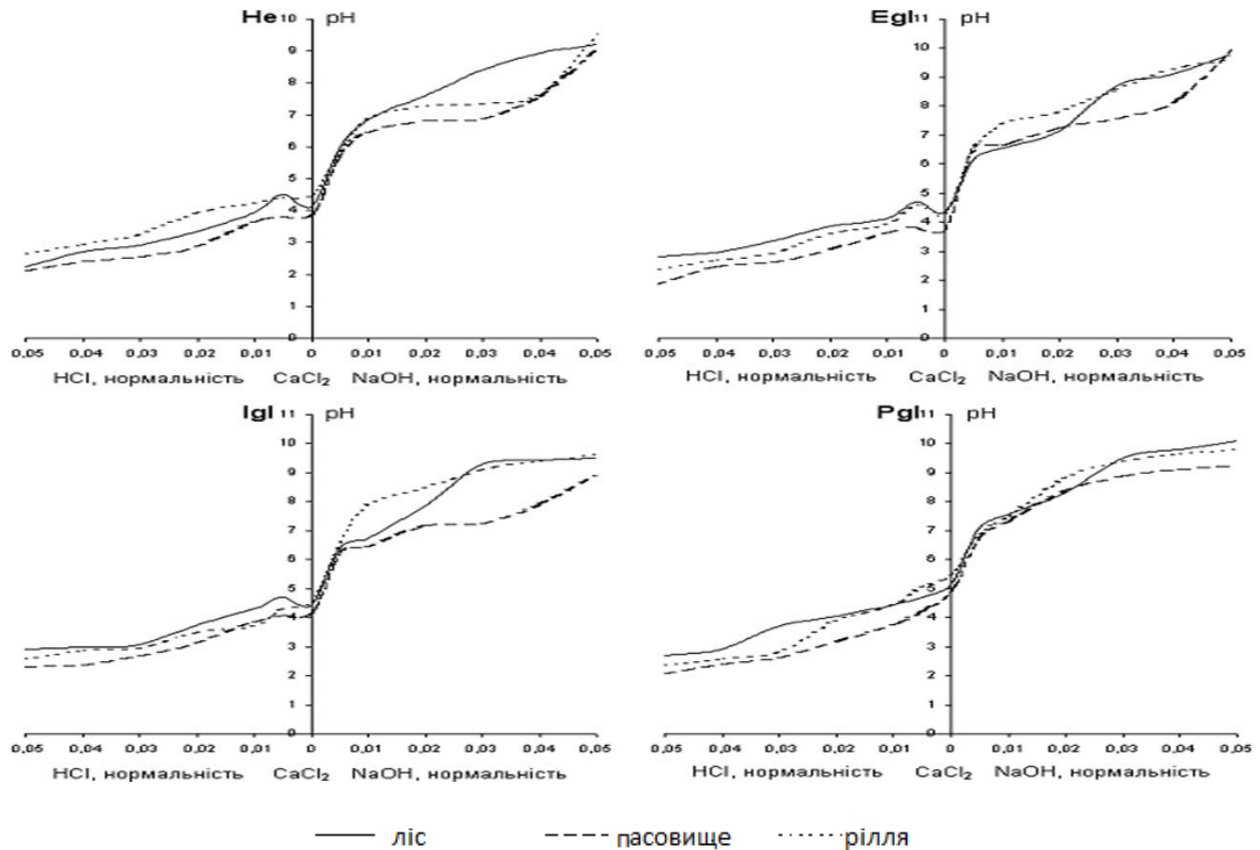


Рис. Буферні криві буроземно-підзолистих ґрунтів

Для зрушення рН ґрунтової суспензії в інтервалі від $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ до рН 3,0 на одиницю витрачається в межах профілю 4,49–6,49; 2,89–7,09 і 2,79–5,23 мг-екв./100 г ґрунту кислоти для ґрунту під лісом, пасовищем та сінокосом відповідно. Встановлено випадки зниження величини отриманого розрахункового показника буферності в інтервалі від $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ до рН 3,0 при зростанні нейтралізувальної і поглинальної здатності ґрунту та навпаки. Це притаманне ґрунту під кожним з угідь і стосується переважно нижніх генетичних горизонтів. Саме в нижній частині профілю зростає величина $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ (початкової точки титрування), особливо у ґрунті під ріллею. У верхніх генетичних горизонтах (гумусово-елювіальному та елювіальному) проявляється певна узгодженість щодо зміни даних показників. Це зумовлено близькими значеннями в цих горизонтах величини рН суспензій у 0,05 М розчині CaCl_2 (табл.).

Для показника буферності ґрунту в інтервалі від $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ до рН 8,0 характерні досить близькі значення в межах профілю для ґрунту під лісом (1,49–1,79) та пасовищем (1,35–2,66 мг-екв./100 г

ґрунту на одиницю зміни рН). Більші коливання спостерігаємо у профілі ґрунту під ріллею. Значення протиосновної буферності порівняно з протикислотою у кілька разів нижчі. Це пов'язано з тим, що ґрунт постійно функціонує в умовах високої кислотності ґрунтового розчину, і знизити величину рН до рівня 3,0 досить важко. Ймовірно, що ґрунт володіє високою буферною ємністю й вищою буферністю проти підлугування саме в інтервалі від $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ до рН 3,0. Випадки неузгодженості зміни цього показника за зміни величини нейтралізувальної та поглинальної здатності встановлені для ґрунту під пасовищем та ріллею.

Отже, розрахунок рекомендованого у відомій методиці [2] показника буферності ґрунту діленням його нейтралізувальної і поглинальної здатності в інтервалі від $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ до рН 3,0 та в інтервалі від $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ до рН 8,0 на градієнт зміни показника актуальної кислотності, тобто мг-екв./100 г ґрунту на dpH , є недоцільним. Отримані незбіги з динамікою нейтралізувальної та поглинальної здатності ґрунту у відповідних інтервалах, на нашу думку, пов'язані саме з методикою розрахунку:

ділити абсолютні значення кислотних чи лужних навантажень на показник зрушення рН від них, оскільки показник рН – це від’ємний десятковий логарифм активності чи концентрації водневих іонів у розчинах. Зрушення цього показника, наприклад, від рН 4 до рН 5, дорівнює одиниці, й таке саме значення «дельти» рН отримуємо за зрушення рН від 6 до 7 одиниць. Проте у другому випадку в абсолютному значенні отримуємо на кілька порядків менше число. Отож, при різних значеннях актуальної кислотності в досліджуваних

ґрунтах, показник буферності, розраховуваний діленням навантаження у мг-екв./100 г ґрунту на величину зрушення рН, не буде об’єктивним. Отже, отримані при такому розрахунку абсолютні показники протикислотної та протиосновної буферності не відображають істинної картини, тож краще використовувати показник нейтралізувальної та поглинальної здатності ґрунту щодо кислот та основ. Зокрема вищі його значення свідчать про вищу буферну здатність ґрунту в цьому інтервалі значень рН та навпаки.

Таблиця

Показники буферних властивостей буроземно-підзолистих ґрунтів під різними угіддями

Гене- тичний гори- зонт	рН _{CaCl₂}	Показ- ник нейт- ралі- зації	Нейтралізувальна здатність, мг- екв./100 г ґрунту		Буферність, мг-екв./100 г ґрунту на одиницю зміни рН		Гradient рН суспензії від уведення			
			в інтервалі від рН _{CaCl₂} до				12,5 мг-екв HCl	12,5 мг-екв NaOH	1,25 мг-екв HCl	1,25 мг- екв NaO H
			рН 3,0	рН 8,0	рН 3,0	рН 8,0				
Ліс										
HE	4,16	3,35	7,02	6,20	6,05	1,61	1,90	5,08	0,81	0,73
Egl	4,34	4,80	8,70	6,55	6,49	1,79	1,56	5,41	0,73	0,34
Igl	4,46	3,50	7,55	5,54	5,17	1,56	1,55	5,02	0,94	0,70
Pgl	5,16	1,30	9,70	4,23	4,49	1,49	1,47	4,92	1,11	0,31
Пасовище										
HE	3,88	7,75	4,55	10,6	5,17	2,57	1,78	5,13	0,76	1,16
Egl	3,74	9,75	5,25	9,8	7,09	2,30	1,89	6,11	1,07	1,47
Igl	4,17	4,25	5,45	10,2	4,66	2,66	1,83	5,78	1,05	1,18
Pgl	4,90	1,75	5,50	4,2	2,89	1,35	1,85	4,37	1,12	0,82
Рілля										
HEорн.	4,51	3,25	4,70	10,5	3,11	3,01	1,84	8,02	1,03	0,36
Egl	4,32	2,0	6,90	6,05	5,23	1,64	1,92	5,31	1,01	0,44
Igl	4,50	1,50	7,00	3,02	4,67	0,86	1,95	5,07	1,02	0,51
Pgl	5,52	1,75	7,05	3,50	2,79	1,41	2,16	4,32	1,14	0,33

На основі буферних кривих визначається показник нейтралізації, який у нашому випадку характеризує нейтралізувальну здатність ґрунту щодо луґу. Він показує кількість мг-екв./100 г ґрунту луґу, що забезпечує отримання нейтральної реакції ґрунтової суспензії [6]. Для розрахунку його величини за буферною кривою необхідно з місця її перетину лінії, перпендикулярної

значенню рН 7 на осі ординат, опустити перпендикуляр на вісь абсцис графіка та зняти значення показника в мг-екв./100 г ґрунту. У ґрунті під пасовищем показник нейтралізації високий у гумусово-елювіальному та елювіальному горизонтах. У ґрунті під лісом його значення в цих горизонтах найвищі у профілі, але удвічі нижчі порівняно з ґрунтом під пасовищем. Така

сама закономірність при дещо нижчих абсолютних значеннях притаманна ґрунту під ріллею. Отже, в межах ґрунтового профілю найвищі значення показника нейтралізації припадають на генетичні горизонти з найнижчими значеннями рН суспензій в 0,05 М розчині CaCl_2 .

За буферними кривими можливо визначити також градієнт рН суспензії від уведення максимальних і мінімальних концентрацій кислоти чи луґу [2]. Нижчі значення таких показників свідчать про вищу буферну здатність ґрунту і навпаки. Отримані параметри градієнта рН при уведенні до ґрунтової суспензії 12,5 мг-екв./100 г ґрунту хлорної кислоти добре узгоджуються із значеннями відповідного показника нейтралізувальної і поглинальної здатності ґрунту відносно кислот. З отриманих результатів випливає, що нижчою протикислотною буферністю володіє ґрунт під пасовищем та ріллею. Величини градієнтів рН суспензії від введення розчину луґу максимальної концентрації дають підстави для висновку про близьку буферну здатність ґрунту щодо луґів незалежно від типу угідь. Виявлено деяке зниження буферності у верхньому горизонті ґрунту під ріллею. Значно нижчий градієнт рН ґрунтової суспензії при уведенні кислоти ніж при уведенні луґу можна пояснити високою кислотністю ґрунту. За введення до ґрунтової суспензії луґу нейтралізується велика кількість кислотних компонентів.

Високі відносно початкового рН буферних кривих значення рН ґрунтових суспензій за максимального лужного навантаження свідчать про низьку буферність мінеральної основи досліджуваних ґрунтів. Що нижча буферність, то швидшим змінам за трансформації екологічних умов і кислотно-лужного впливу піддаються фізико-хімічні властивості ґрунту.

Значення градієнта рН суспензії від введення максимальної концентрації NaOH у 2–3 рази вище за градієнт рН суспензії від введення максимальної концентрації HCl . Отже, згідно з параметрами цього показника, ґрунти мають вищу протикислотну буферність. Такий висновок не підтверджено описаними параметрами нейтралізувальної та поглинальної здатності ґрунту, які в інтервалі від $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ до рН 3,0 та в інтервалі від $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ до рН 8,0 мають близькі значення. Тому, на нашу думку, доцільно розраховувати градієнти рН суспензії від введення мінімальної концентрації кислоти та луґу. Вони характеризують буферність ґрунту в так званих принульових відрізках. Нижчі їхні значення свідчать про вищу буферність, і навпаки.

Зазвичай спостерігаємо менший зсув значень рН від уведення до ґрунтової суспензії мінімальної концентрації луґу ніж кислоти, тобто ґрунти мають вищу протиосновну буферність у «принульових» відрізках. Уведення найменшої концентрації кислоти вже зумовлює досить різке підкислення ґрунту (у деяких випадках більше ніж на одиницю рН) під пасовищем та ріллею. Для ґрунту під пасовищем притаманна досить низька буферність у «принульовому» відрізку лужного інтервалу. Ґрунт під ріллею спроможний ліпше нейтралізувати лужні навантаження, тобто він володіє нижчою буферною здатністю на початку кислотного інтервалу, і зрушити величину кислотно-основної рівноваги у лужний бік важче, ніж у кислотний.

Висновки. Буроземно-підзолистим ґрунтам Передкарпаття під різними угіддями притаманний однаковий характер буферних кривих у кожному з генетичних горизонтів, а також аналогічний характер профільного розподілу показника нейтралізації та $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$. Величини нейтралізувальної здатності ґрунту щодо кислоти залежать від виду угіддя та зменшуються в ряду: ліс – рілля – пасовище, а величини нейтралізувальної здатності ґрунту щодо луґу – в ряду: пасовище – рілля – ліс. Визначення показника буферності ґрунту діленням його нейтралізувальної здатності в мг-екв./100 г на «дельту» рН недоцільне. Значення градієнта рН суспензії від введення мінімальної концентрації кислоти чи луґу відносно початкової точки титрування об'єктивно відображають буферність ґрунту в початкових відрізках кислотного й лужного інтервалів.

Бібліографічний список

1. Гамкало З. Г. Функціональна роль зв'язування йонів кислотоутворювачів твердою фазою ґрунту. *Вісник ХНАУ*. 2003. № 1. С. 96–101.
2. Зайцева Т. Ф. Буферность почв и вопросы диагностики. *Известия СО АН СССР. Серия биология*. 1987. № 14/2. С. 69–80.
3. Кирильчук А. А., Бонішко О. С. Хімія ґрунтів. Основи теорії і практикum: навч. посіб. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 354 с.
4. Моделі системного управління потенціалом родючості ґрунтів (на прикладі Харківської і Волинської областей) / за наук. ред. С. А. Балюка, Р. С. Трускавецького. Харків: Стильна типографія, 2018. 116 с.
5. Надточій П. П., Мислив Т. М., Вольвач Ф. В. Екологія ґрунту: монографія. Житомир: Видавництво «П.П. Рута», 2010. 473 с.
6. Надточій П. П., Трембіцький В. А. Кислотно-основна буферність і проблема вапнування кислих

ґрунтів Полісся: актуальні питання агроєкології. *Вісник ДАУ*. 2003. № 2. С. 3–17.

7. Назаренко И. И. Окультуривание подзолистых оглеенных почв. Москва: Наука, 1981. 183 с.

8. Трускавецький Р. С. Буферна здатність ґрунтів та їх основні функції. Харків: ППВ «Нове слово», 2003. 224 с.

9. Трускавецький Р. С., Цапко Ю. Л., Соколова Н. Ю. Роль буферних механізмів ґрунту в саморегуляції його родючості. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування: зб. наук. праць*. Рівне, 2007. Вип. 3 (39). Ч. 1. С. 398–406.

10. Якість ґрунту. Метод визначання кислотно-основної буферності ґрунту: ДСТУ 4456:2005. [Чинний від 2006-10-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 16 с.

11. Zhang S., Wang R., Cai J., Zhang Y., Li H., Huang Sh., Jiang Y. Impact of fertilization practices on pH and the pH buffering capacity of calcareous soil. *Soil Science and Plant Nutrition*. 2016. No 62 (5–6). P. 432–439.

12. Nelson P. N., Su N. Soil pH buffering capacity: a descriptive function and its application to some acidic tropical soils. *Australian Journal of Soil Research*. 2010. No 48. P. 201–207.

Стаття надійшла 29.07.2022