

ЕКОЛОГО-ГЕНЕТИЧНА ЗУМОВЛЕНІСТЬ ФОРМУВАННЯ КИСЛОТНО-ОСНОВНОЇ БУФЕРНОСТІ БУРУВАТО-ПІДЗОЛИСТИХ ОГЛЕЄНИХ ҐРУНТІВ ПЕРЕДКАРПАТТЯ ТА ІНФОРМАТИВНІСТЬ ЇЇ ПОКАЗНИКІВ

Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича

Досліджено кислотно-основну буферну здатність бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів Передкарпаття. На основі кореляційного аналізу встановлено інформативність та узгодженість різних її показників, а також залежність їх від фізико-хімічних властивостей ґрунту. Запропоновано об'єктивні показники кислотно-основної буферності для діагностики агроecологічного стану ґрунту за впливу осушувальної меліорації.

Ключові слова: кислотно-основна буферність, бурувато-підзолисті оглеєні ґрунти, осушувальна меліорація.

I. С. Смага, И. И. Казимир

Черновицкий национальный университет им. Ю. Федьковича

ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ КИСЛОТНО-ОСНОВНОЙ БУФЕРНОСТИ БУРОВАТО-ПОДЗОЛИСТЫХ ОГЛЕЕННЫХ ПОЧВ ПРЕДКАРПАТЯ И ИНФОРМАТИВНОСТЬ ЕЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Исследована кислотно-основная буферная способность буровато-подзолистых оглеенных почв Предкарпатья. На основании корреляционного анализа установлены информативность и согласованность разных ее показателей, а также зависимость ее от физико-химических свойств почвы. Предложены объективные показатели кислотно-основной буферности для диагностики агроecологического состояния почвы при воздействии осушительной мелиорации.

Ключевые слова: кислотно-основная буферность, буровато-подзолистые оглеенные почвы, осушительная мелиорация.

I. S. Smaga, I. I. Kazymir

Chernivtsi National University

ECOLOGICAL-GENETIC INVESTIGATION OF A FORMATION OF THE ACID-ALKALINE BUFFER CAPACITY IN CASE OF THE BROWNISH-PODZOLIC GLEIZATED SOILS OF THE PRECARPATHIANS REGION

Acid-alkaline buffer capacity of brownish-podzolic gleized soils of the Precarpathians has been investigated. There were found the informational value, consistency of the model parameters and their dependence on physical and chemical properties of soil, according to the correlative analysis. Objective indicators of the acid-alkaline buffering, that could be used for a diagnostics of agroecological state of soil have been proposed.

Key words: acid-alkaline buffer capacity, brownish-podzolic gleized soils, drainage reclamation.

Вивчення кількісних і якісних параметрів та закономірностей формування кислотно-основної буферності ґрунтів, особливо з кислотою реакцією середовища, має важливе як теоретичне, так і прикладне значення. Воно пов'язане з проблемами ґрунтової кислотності й хімічної меліорації, а також з несприятливим впливом кислотних опадів на ґрунт і екосистеми. Тому параметри, що характеризують кислотно-основну буферність, можуть бути використані при вирішенні загальноecологічних завдань, питань установлення генезису й діагностики ґрунтоутворення, хімізації землеробства та при оцінці агроecологічного стану ґрунту (Зайцева, 1987; Надточий, 1993, 1995, 1998, 1999, 2007; Назіров, 2002; Трускавецький, 2003; Химические основы..., 1991).

Відомо низку методик визначення кислотно-основної буферності, використання яких дає змогу отримати різні показники. До основних з них відносять коефіцієнт буферної асиметрії (КБА), показники площі буферності (ПБ) та потенційної буферної

ємності (ПБЄ) у позитивному і від'ємному крилах буферності (Трускавецький, 2003), показник рН-буферної здатності (Химические основы..., 1991), показник нейтралізації (ПН), ступінь буферної здатності (Надточий, 1993, 1998), буферність до кислоти або лугу сумарну і за інтервалами значень рН (Понизовский, 1993), індекс кислотно-основної рівноваги (Надточий, 2007), показник, що виражає відношення активностей іонів водню ґрунту з природним рівнем рН і рН при додаванні максимальної концентрації кислоти або лугу (Толстоконева, 2005) та ін.

Відомим є використання для характеристики кислотно-основної буферності ґрунту методу буферних кривих (Гантимуров, 1964) та показників, які розраховуються на їх основі: протикислотної (в інтервалі від pH_{CaCl_2} до pH 5,0) і протиосновної (від pH_{CaCl_2} до pH 8,0) буферності в мг-екв / 100 г ґрунту / dpH , нейтралізуючої і поглинальної здатності ґрунту по відношенню до кислоти або лугу в даних інтервалах рН у мг-екв/100 г ґрунту, градієнта рН відносно pH_{CaCl_2} (початкового рН буферних кривих) при максимальному кислотному або лужному навантаженні (0,05 н розчин HCl або NaOH).

В одній із фундаментальних праць з буферності ґрунтів прослідковано формування параметрів кислотно-основної буферності ґрунтів України в зонально-генетичному аспекті (Трускавецький, 2003). Наші дослідження спрямовані на встановлення еколого-генетичної зумовленості формування кислотно-основної буферності бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів Передкарпаття та інформативності її показників щодо виявлення наслідків впливу осушувальної меліорації.

ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ

Матеріали, наведені в статті, отримані при проведенні польових досліджень ґрунтового покриву Вижницько-Сторожинецького фізико-географічного району Передкарпатської височинної області (Удосконалена схема..., 2003). У межах кожної групи репрезентативних ключових ділянок було закладено ґрунтові розрізи. Для перевірки правильності ідентифікації бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів навколо розрізів закладали серію прикопок.

При виборі ключових ділянок максимально дотримувалися принципу однотипності умов рельєфу, рослинного покриву, материнської породи, глибини залягання ґрунтових вод та ін. Було проведено вивчення морфологічних властивостей ґрунтів і за генетичними горизонтами відібрано зразки ґрунту для лабораторно-аналітичних досліджень у 3-разовій повторності. У підготовлених до аналізу зразках ґрунту визначали показники кислотно-основних буферних властивостей згідно з прописами (Зайцева, 1987; Надточий, 1993; Понизовский, 1993; Трускавецький, 2003) у 3-разовій аналітичній повторності. Використовували також методи кореляційного аналізу (Доспехов, 1985).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Установлено, що визначення показників протикислотних буферних властивостей в інтервалі від pH_{CaCl_2} до pH 5,0 у досліджуваних ґрунтах Передкарпаття природного стану та за умов екстенсивного використання в багатьох випадках унеможливується через знаходження початкової точки буферної кривої (значень рН у витяжці 0,05М розчину $CaCl_2$) в області нижче від 5 значень (рис. 1, крива 2). Зазначені показники протикислотних буферних властивостей можуть визначатися на ґрунтах, де застосовували кальцієвмісні хіммеліоранти, й відповідно величини pH_{CaCl_2} будуть вищими за 5,0 (буферна крива (1)). Зважаючи на це, пропонуємо визначення протикислотної нейтралізуючої й поглинальної здатності та буферності ґрунтів з кислотою реакцією середовища проводити в діапазоні від pH_{CaCl_2} до pH 3,0 (див. рис. 1). Вважаємо за доцільне розраховувати також градієнти рН суспензії відносно pH_{H_2O} від введення мінімальних концентрацій кислоти або лугу (0,005 н розчини). При цьому в реакцію вступатимуть найбільш розчинні сполуки ґрунту, які в першу чергу залучаються для нейтралізації кислотного або лужного впливу. Введення ж максимальних концентрацій кислоти або лугу (0,05 н розчини) та визначення відповідних градієнтів рН відносно pH_{CaCl_2} дозволяє отримати додаткові відомості про загальну проти-

кислотну або протиосновну буферність ґрунту з розрахунку на одиницю зміни величини рН (Зайцева, 1987).

Зважаючи на те, що запропоновано низку методів визначення кислотно-основної буферності, ми мали на меті виявити ступінь узгодженості показників, що її характеризують, на прикладі бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів Передкарпаття. Прослідковувалась наявність та тіснота кореляційних зв'язків буферної площі в кислотному і лужному плечі, показника нейтралізації, коефіцієнта буферної асиметрії з показниками кислотно-основної буферності, що вираховані на основі кривих титрування. З них використовували протиосновну нейтралізуючу та поглинальну здатність ґрунту в інтервалі від рН_{CaCl2} до рН 5 і до рН 8 (НЗ-5 і НЗ-8 відповідно), буферність у цих же інтервалах (Б-5 і Б-8), градієнти рН відносно рН_{CaCl2} від введення максимальних концентрацій кислоти або луґу (Гк і Гл). Оцінено достовірність результатів при рівні значущості P=0,05.

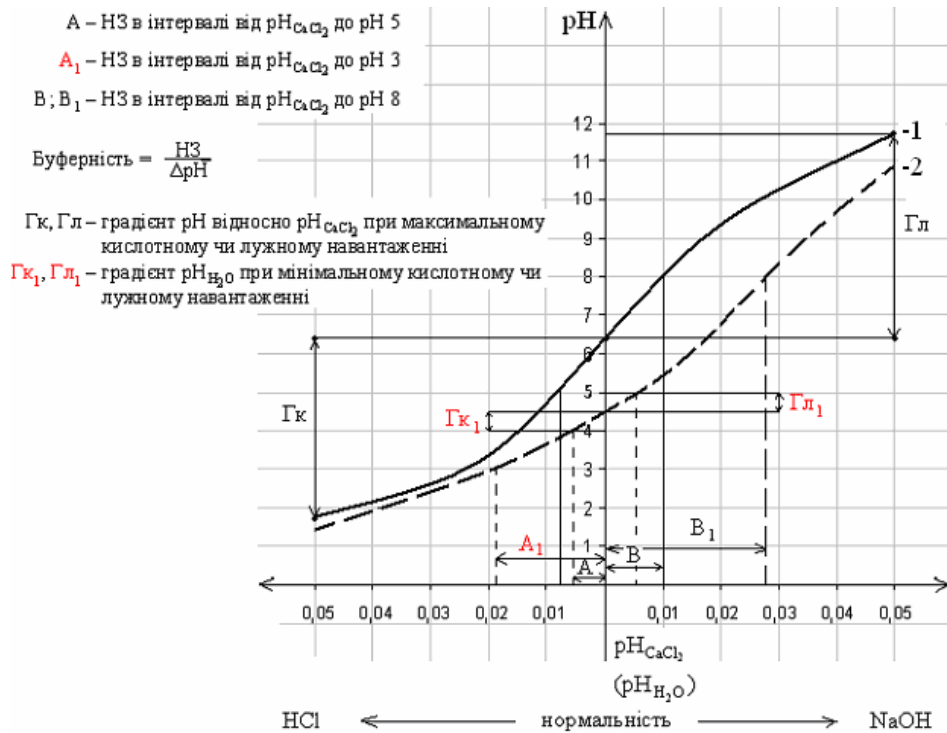


Рис. 1. Схема визначення показників кислотно-основних буферних властивостей ґрунту

Заслужують на увагу зворотний кореляційний зв'язок середньої тісноти між ПБк та НЗ-8, а також між ним та НЗ-5 і НЗ-8. Відповідні частинний і множинний коефіцієнти кореляції ($r=-0,69$ і $R=0,69$) є статистично значущими (табл. 1). Прямий кореляційний зв'язок високої тісноти простежується між протиосновною буферністю ґрунту в інтервалі від рН_{CaCl2} до рН 5 і до рН 8, що є цілком закономірним. Тіснота його не змінюється у разі уникнення впливу третьої ознаки ($r=0,77$).

Виявлений зворотний кореляційний зв'язок середньої тісноти ($r=-0,65$) між ПБл та Б-5 підтверджує взаємозв'язок показників кислотно-основної буферної здатності досліджуваних ґрунтів Передкарпаття, що характеризують її в окремих діапазонах. Множинний коефіцієнт кореляції ($R=0,66$) також свідчить про середню тісноту зв'язку ПБл з протикислотною буферністю в інтервалі від рН_{CaCl2} до рН 5 і до рН 8, а також її з градієнтом рН від введення максимальних концентрацій кислоти та луґу ($R=0,53$). Підвищення значень коефіцієнтів множинної кореляції у багатьох випадках, порівняно з парними, означає, що за взаємодії факторних ознак проявляється своєрідний синергізм.

З НЗ-5 і НЗ-8 чітко корелює й показник нейтралізації ($R=0,69$), який у досліджуваних ґрунтах лужний через специфіку їхньої генетичної природи. Закономірним є кореляційний зв'язок середньої тисноти між ПН і НЗ-8 ($r=0,68$). Кореляційні зв'язки його з іншими факторними ознаками – близькі до аналогічних зв'язків ПБл. Практично ідентичні за тиснотою та однакової спрямованості із зазначеними є кореляційні зв'язки між коефіцієнтом буферної асиметрії та досліджуваними показниками кислотно-основних буферних властивостей ґрунтів.

Для встановлення доцільності використання запропонованих нами градієнта рН при введенні мінімальної концентрації кислоти або луґу, а також показників проти-кислотних буферних властивостей для характеристики кислотно-основної буферності ґрунту прослідковували щільність кореляційних зв'язків кожного з них з її оцінними показниками (табл. 1).

Таблиця 1

Тіснота кореляційних зв'язків між показниками кислотно-основної буферності ґрунтів

Ознаки			Коефіцієнти кореляції								
у	х	z	парні			частинні			множинні		
			r_{xy}	r_{xz}	r_{yz}	r_{xyz}	$r_{xz;y}$	$r_{yz;x}$	$R_{x,yz}$	$R_{y,xz}$	$R_{z,xy}$
ПБк	НЗ-5	НЗ-8	0,35	-0,45	<u>-0,69</u>	0,06	-0,31	-0,64	0,45	<u>0,69</u>	<u>0,72</u>
ПБк	Б-5	Б-8	-0,02	<u>0,77</u>	0,06	-0,12	<u>0,77</u>	0,13	<u>0,77</u>	0,13	<u>0,77</u>
ПБк	Гк	Гл	0,34	-0,22	-0,01	0,34	-0,23	0,07	0,40	0,34	0,23
ПБк	НЗ-3	НЗ-8	<u>0,92</u>	<u>-0,66</u>	<u>-0,73</u>	<u>0,85</u>	0,05	0,43	<u>0,92</u>	<u>0,93</u>	<u>0,73</u>
ПБк	Б-3	Б-8	-0,25	0,45	<u>-0,67</u>	0,08	0,39	<u>-0,64</u>	0,46	<u>0,67</u>	<u>0,73</u>
ПБк	Гк ₁	Гл ₁	0,41	-0,47	-0,09	0,42	-0,47	0,12	<u>0,60</u>	0,43	0,48
ПБл	НЗ-5	НЗ-8	-0,25	-0,45	0,27	-0,15	-0,41	0,19	0,47	0,31	0,48
ПБл	Б-5	Б-8	<u>-0,65</u>	<u>0,77</u>	-0,44	-0,55	<u>0,71</u>	0,13	0,84	<u>0,66</u>	<u>0,77</u>
ПБл	Гк	Гл	-0,33	-0,22	-0,34	-0,44	-0,37	-0,44	0,48	<u>0,53</u>	0,48
ПБл	НЗ-3	НЗ-8	-0,38	<u>-0,66</u>	<u>0,76</u>	0,24	<u>-0,61</u>	<u>0,73</u>	<u>0,68</u>	<u>0,78</u>	<u>0,86</u>
ПБл	Б-3	Б-8	0,43	0,45	<u>0,78</u>	0,13	0,21	<u>0,73</u>	0,47	<u>0,78</u>	<u>0,79</u>
ПБл	Гк ₁	Гл ₁	-0,46	-0,47	-0,02	-0,53	-0,54	-0,30	<u>0,66</u>	0,53	0,54
ПН	НЗ-5	НЗ-8	-0,41	-0,45	<u>0,68</u>	-0,16	-0,26	0,60	0,47	<u>0,69</u>	<u>0,70</u>
ПН	Б-5	Б-8	-0,36	<u>0,77</u>	0,18	-0,36	<u>0,77</u>	0,17	<u>0,80</u>	0,40	<u>0,78</u>
ПН	Гк	Гл	-0,40	-0,22	-0,13	-0,45	-0,30	-0,24	0,49	0,46	0,32
ПН	НЗ-3	НЗ-8	-0,56	<u>-0,66</u>	<u>0,95</u>	0,27	-0,48	<u>0,93</u>	<u>0,69</u>	<u>0,93</u>	<u>0,96</u>
ПН	Б-3	Б-8	0,46	0,45	<u>0,96</u>	0,10	0,04	<u>0,95</u>	0,46	<u>0,96</u>	<u>0,96</u>
ПН	Гк ₁	Гл ₁	<u>-0,58</u>	-0,47	0,23	-0,56	-0,42	-0,06	<u>0,68</u>	<u>0,59</u>	0,47
КБА	НЗ-5	НЗ-8	-0,37	-0,45	<u>0,65</u>	-0,12	-0,29	<u>0,58</u>	0,46	<u>0,65</u>	<u>0,68</u>
КБА	Б-5	Б-8	-0,26	<u>0,77</u>	0,16	-0,21	<u>0,76</u>	0,05	<u>0,78</u>	0,26	<u>0,77</u>
КБА	Гк	Гл	-0,40	-0,22	-0,08	-0,43	-0,27	-0,18	0,47	0,43	0,28
КБА	НЗ-3	НЗ-8	<u>-0,76</u>	<u>-0,66</u>	<u>0,91</u>	-0,53	0,13	<u>0,83</u>	<u>0,77</u>	<u>0,93</u>	<u>0,91</u>
КБА	Б-3	Б-8	0,42	0,45	<u>0,88</u>	0,05	0,19	<u>0,86</u>	0,45	<u>0,88</u>	<u>0,89</u>
КБА	Гк ₁	Гл ₁	-0,49	-0,47	0,05	-0,53	-0,51	-0,24	<u>0,66</u>	0,53	0,51

Примітка. Статистично значущі коефіцієнти кореляції підкреслені ($P=0,05$).

Прямий кореляційний зв'язок високої щільності існує між ПБк і НЗ-3 ($r=0,92$, а за виключення впливу третьої ознаки $r=0,85$), а між ПБк і НЗ-8 він зворотний. Зазначені показники тісно корелюють між собою і в множинній регресії ($R=0,93$). Між ПБк та Б-3 і Б-8 проявляється зв'язок середньої щільності ($R=0,67$). Цілком закономірно, що ПБл тісно корелює з НЗ-8 і Б-8 у парній регресії, оскільки вони характеризують протилужну буферну здатність.

Між показником нейтралізації та НЗ-8 і Б-8 існує кореляційний зв'язок високої щільності ($r=0,95$ і $0,96$ відповідно). У множинній регресії між ПН та НЗ-3 і НЗ-8, а також між ПН та Б-3 і Б-8 значення коефіцієнтів кореляції аналогічні. Це зумовлено тим, що ці показники характеризують кислотно-основну буферну здатність ґрунту в близьких діапазонах значень рН.

Кореляційні зв'язки між КБА та досліджуваними факторними ознаками за спрямованістю та щільністю виявилися аналогічними до зв'язків ПН. Це саме було притаманне зазначеним показникам і у випадку використання інших факторних ознак, про що описано вище.

Зазначимо, що не проявляється статистично значущих кореляційних зв'язків ($P=0,05$) між оцінними показниками кислотно-основної буферності ґрунту та градієнтами рН від введення мінімальної концентрації кислоти або лугу (Γ_{k1} і Γ_{k2}) як у парній, так і в множинній регресії. Виняток становлять зв'язки Пн і Γ_{k1} ($r=0,58$) і між Пн і Γ_{k1} та Γ_{l1} ($r=0,59$).

Отже, однаково достовірна інформація щодо кислотно-основної буферності профільно-диференційованих ґрунтів Передкарпаття отримується при визначенні площі буферності в кислотному й лужному діапазонах, показника нейтралізації, коефіцієнта буферної асиметрії, протиосновної (в інтервалі від pH_{CaCl_2} до pH 5,0 і від pH_{CaCl_2} до pH 8) та протикислотної (в інтервалі від pH_{CaCl_2} до pH 3,0) буферності та нейтралізуючої здатності ґрунту.

Наступним етапом досліджень було встановлення наявності та тісноти кореляційних зв'язків між окремими оцінними показниками кислотно-основної буферності і властивостями бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів.

Між ПН та гідролітичною кислотністю (Нг) проявляється прямолінійний зв'язок середньої щільності (табл. 2). Це, на нашу думку, може підтверджувати можливість використання його для розрахунку доз вапна (Надточий, 1993; Трускавецький, 2003). Статистично незначущим виявився зв'язок між ПН та вмістом обмінного алюмінію (ОАІ). Однак величина множинного коефіцієнта кореляції свідчить про середню щільність зв'язку між ПН та Нг й ОАІ ($R=0,61$).

Зазначимо, що близькі величини коефіцієнтів кореляції між ПН та показниками фізико-хімічних властивостей були отримані для основних типів ґрунтів Полісся (Бобрусь, 2007).

Таблиця 2

Тіснота кореляційних зв'язків між оцінними показниками кислотно-основної буферності та властивостями ґрунтів

Показники			Коефіцієнти кореляції								
у	х	z	парні			частинні			множинні		
			Γ_{xy}	Γ_{xz}	Γ_{yz}	$\Gamma_{xy,z}$	$\Gamma_{xz,y}$	$\Gamma_{yz,x}$	$R_{x,yz}$	$R_{y,xz}$	$R_{z,xy}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ПН	pH_{H_2O}	pH_{KCl}	<u>-0,48</u>	<u>0,75</u>	-0,35	-0,35	0,71	0,02	<u>0,79</u>	<u>0,48</u>	<u>0,75</u>
ПН	Нг	ОАІ	<u>0,61</u>	<u>0,51</u>	<u>0,34</u>	<u>0,53</u>	0,41	0,04	<u>0,69</u>	<u>0,61</u>	<u>0,51</u>
ПН	СОО	СНО	-0,22	<u>0,88</u>	<u>-0,51</u>	<u>0,57</u>	<u>0,92</u>	<u>-0,69</u>	<u>0,92</u>	<u>0,71</u>	<u>0,94</u>
ПН	гумус	Нг	0,16	0,25	<u>0,61</u>	<u>0,01</u>	0,19	<u>0,59</u>	0,25	<u>0,61</u>	<u>0,62</u>
ПН	мул	ФГ	-0,26	<u>0,95</u>	-0,12	<u>-0,47</u>	<u>0,96</u>	0,42	<u>0,96</u>	<u>0,48</u>	<u>0,96</u>
КБА	pH_{H_2O}	pH_{KCl}	<u>-0,58</u>	<u>0,75</u>	-0,43	-0,43	<u>0,68</u>	0,01	<u>0,80</u>	<u>0,58</u>	<u>0,75</u>
КБА	Нг	ОАІ	<u>0,58</u>	<u>0,51</u>	<u>0,45</u>	<u>0,46</u>	0,34	0,22	<u>0,65</u>	<u>0,61</u>	<u>0,54</u>
КБА	СОО	СНО	-0,34	<u>0,88</u>	<u>-0,56</u>	0,40	<u>0,89</u>	<u>-0,59</u>	<u>0,90</u>	<u>0,65</u>	<u>0,92</u>
КБА	гумус	Нг	0,10	0,25	<u>0,58</u>	-0,06	0,24	<u>0,58</u>	0,25	<u>0,59</u>	<u>0,61</u>
КБА	мул	ФГ	-0,19	<u>0,95</u>	-0,05	<u>-0,48</u>	<u>0,96</u>	<u>0,45</u>	<u>0,96</u>	<u>0,48</u>	<u>0,96</u>
ПБл	pH_{H_2O}	pH_{KCl}	<u>-0,62</u>	<u>0,75</u>	-0,49	-0,44	<u>0,66</u>	-0,05	<u>0,81</u>	<u>0,62</u>	<u>0,75</u>
ПБл	Нг	ОАІ	<u>0,73</u>	<u>0,51</u>	<u>0,61</u>	<u>0,61</u>	0,13	0,40	<u>0,73</u>	<u>0,78</u>	<u>0,61</u>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ПБл	COO	CHO	-0,13	<u>0,88</u>	<u>-0,50</u>	<u>0,74</u>	<u>0,95</u>	<u>-0,81</u>	<u>0,95</u>	<u>0,81</u>	<u>0,96</u>
ПБл	гумус	Hг	0,04	0,25	<u>0,73</u>	-0,20	0,31	<u>0,74</u>	0,32	<u>0,74</u>	<u>0,76</u>
ПБл	мул	ФГ	-0,33	<u>0,95</u>	-0,22	-0,38	0,95	0,30	<u>0,96</u>	0,43	<u>0,95</u>
ПБк	pH _{H₂O}	pH _{KCl}	<u>0,49</u>	<u>0,75</u>	0,36	0,35	<u>0,71</u>	-0,01	<u>0,79</u>	<u>0,49</u>	<u>0,75</u>
ПБк	Hг	OAl	-0,42	<u>0,51</u>	-0,18	-0,39	<u>0,49</u>	0,04	<u>0,61</u>	0,42	<u>0,51</u>
ПБк	COO	CHO	<u>0,45</u>	<u>0,88</u>	<u>0,53</u>	-0,04	<u>0,85</u>	0,32	<u>0,88</u>	<u>0,54</u>	<u>0,89</u>
ПБк	гумус	Hг	-0,15	0,25	-0,42	-0,05	0,20	-0,40	0,25	0,43	<u>0,46</u>
ПБк	мул	ФГ	0,08	<u>0,95</u>	-0,07	<u>0,49</u>	<u>0,96</u>	<u>-0,49</u>	<u>0,96</u>	<u>0,49</u>	<u>0,96</u>
ПБЄк	pH _{H₂O}	pH _{KCl}	<u>0,45</u>	<u>0,75</u>	0,33	0,33	<u>0,72</u>	-0,01	<u>0,78</u>	<u>0,45</u>	<u>0,75</u>
ПБЄк	Hг	OAl	-0,38	<u>0,51</u>	-0,14	-0,37	<u>0,50</u>	0,07	<u>0,60</u>	0,39	0,51
ПБЄк	COO	CHO	<u>0,45</u>	<u>0,88</u>	<u>0,51</u>	0,01	<u>0,85</u>	0,27	<u>0,88</u>	<u>0,51</u>	<u>0,89</u>
ПБЄк	гумус	Hг	-0,16	0,25	-0,38	-0,07	0,20	-0,36	0,26	0,39	0,43
ПБЄк	мул	ФГ	0,07	<u>0,95</u>	-0,08	<u>0,49</u>	<u>0,96</u>	-0,49	<u>0,96</u>	<u>0,50</u>	<u>0,96</u>
ПБЄл	pH _{H₂O}	pH _{KCl}	<u>-0,60</u>	<u>0,75</u>	-0,44	<u>-0,46</u>	<u>0,68</u>	0,03	<u>0,81</u>	<u>0,60</u>	<u>0,75</u>
ПБЄл	Hг	OAl	<u>0,68</u>	<u>0,51</u>	<u>0,53</u>	<u>0,56</u>	0,24	0,30	<u>0,70</u>	<u>0,71</u>	<u>0,57</u>
ПБЄл	COO	CHO	-0,15	<u>0,88</u>	<u>-0,48</u>	<u>0,67</u>	<u>0,93</u>	-0,76	<u>0,94</u>	<u>0,76</u>	<u>0,95</u>
ПБЄл	гумус	Hг	0,04	0,25	<u>0,68</u>	-0,17	0,30	0,69	0,30	<u>0,69</u>	<u>0,71</u>
ПБЄл	мул	ФГ	-0,26	<u>0,95</u>	-0,13	<u>-0,45</u>	<u>0,96</u>	0,39	<u>0,96</u>	<u>0,46</u>	<u>0,96</u>
НЗ-8	pH _{H₂O}	pH _{KCl}	<u>-0,67</u>	0,56	-0,36	<u>-0,61</u>	0,45	0,02	<u>0,75</u>	<u>0,67</u>	<u>0,56</u>
НЗ-8	Hг	OAl	0,38	0,47	-0,28	<u>-0,61</u>	<u>0,66</u>	<u>-0,57</u>	<u>0,72</u>	<u>0,65</u>	<u>0,69</u>
ΔpHк	pH _{H₂O}	pH _{KCl}	0,37	0,56	<u>0,74</u>	-0,07	0,45	<u>0,69</u>	<u>0,56</u>	<u>0,74</u>	<u>0,80</u>
ΔpHк	Hг	OAl	0,19	0,47	0,45	-0,03	0,44	0,41	<u>0,47</u>	0,45	<u>0,60</u>
ΔpHл	pH _{H₂O}	pH _{KCl}	-0,06	0,56	-0,16	0,04	<u>0,55</u>	-0,16	<u>0,56</u>	0,17	<u>0,57</u>
ΔpHл	Hг	OAl	-0,22	0,47	0,12	-0,32	<u>0,52</u>	0,27	<u>0,55</u>	0,34	<u>0,53</u>

Між близьким за природою до ПН показником НЗ-8 та pH_{H₂O} й pH_{KCl}, а також між ним та Hг й OAl існують кореляційні зв'язки середньої щільності. Цілоком закономірним є зворотний кореляційний зв'язок між ПН і ступенем насиченості основами (CHO), причому щільність його зростає при виключенні впливу суми обмінних основ ($r=-0,51$ і $r=-0,69$ відповідно). У цілому проявляється тісна кореляційна залежність між показником нейтралізації й сумою обмінних основ (COO) та CHO ($R=0,71$).

Звертаємо увагу на слабку щільність кореляційного зв'язку між ПН та вмістом гумусу ($r=0,16$, а за умов усунення впливу третьої ознаки $r=0,01$). Величина множинного коефіцієнта кореляції ($R=0,61$) свідчить про наявність прямолінійного кореляційного зв'язку середньої щільності між ПН та вмістом гумусу й величиною гідролітичної кислотності, тобто за врахування впливу двох ознак проявляється ефект синергізму. Аналогічні висновки можна зробити, аналізуючи тісноту його зв'язків з вмістом мулу та фізичної глини.

КБА корелює з pH_{H₂O} ($r=-0,58$), Hг ($r=0,58$) та CHO ($r=-0,56$). Як і у випадку з ПН, майже відсутній кореляційний зв'язок між КБА та вмістом мулу й фізичної гли-

ни (ФГ). Проте існує кореляційний зв'язок середньої щільності між КБА і pH_{H_2O} та pH_{KCl} ($R=0,58$), КБА й Нг і ОАІ ($R=0,61$), КБА та СОО і СНО ($R=0,65$), КБА та вмістом гумусу і Нг ($R=0,59$), КБА та вмістом мулу і ФГ ($R=0,48$).

ПБл корелює з Нг ($r=0,73$), pH_{H_2O} ($r=-0,62$), ОАІ ($r=0,61$) і СНО ($r=-0,50$). За усунення впливу третьої ознаки виявляється зв'язок високої щільності між цим показником та СОО ($r=0,74$) та між ним і СНО ($r=-0,81$).

Кореляційні зв'язки між градієнтом pH при максимальному лужному навантаженні (ΔpH_l), що теж характеризує протиосновну буферність ґрунту, та показниками кислотності ґрунту виявилися слабкої щільності як у парній, так і в множинній регресії.

Стосовно кореляційних зв'язків ПБк з показниками властивостей ґрунтів, то картина тут дещо інша. Виявлено лише кореляційний зв'язок середньої тисноти між нею та СНО ($r=0,53$). На відміну від ПБл, заслуговує на увагу лише зв'язок ПБк з СОО та СНО ($R=0,54$). Існує також кореляційний зв'язок високої щільності між градієнтом pH при максимальному кислотному навантаженні (ΔpH_k), що, як і ПБк, теж характеризує буферність ґрунту у всьому кислотному плечі та pH_{KCl} ($r=0,74$), а також між ним і pH_{H_2O} й pH_{KCl} ($R=0,74$).

Отримані коефіцієнти кореляції між ПБк та показниками фізико-хімічних властивостей ґрунту майже ідентичні за тиснотою з описаними вище для ПБл. Це саме стосується і кореляційних зв'язків ПБк з властивостями ґрунту, однак величини відповідних коефіцієнтів кореляції тут дещо нижчі.

Вважаємо, що параметри показників кислотно-основної буферності буровато-підзолистих ґрунтів (ПН, КБА, ПБл, ПБк) зумовлюються їхніми генетичними особливостями, оскільки зазнають найбільшого впливу обмінної та гідролітичної кислотності, рухомого алюмінію, обмінних основ та ступеня насиченості основами.

Доцільно зазначити, що ґрунтам осушених угідь притаманні нижчі значення величини початкової точки (pH_{CaCl_2}) буферних кривих (рис. 2). Майже не відмічається

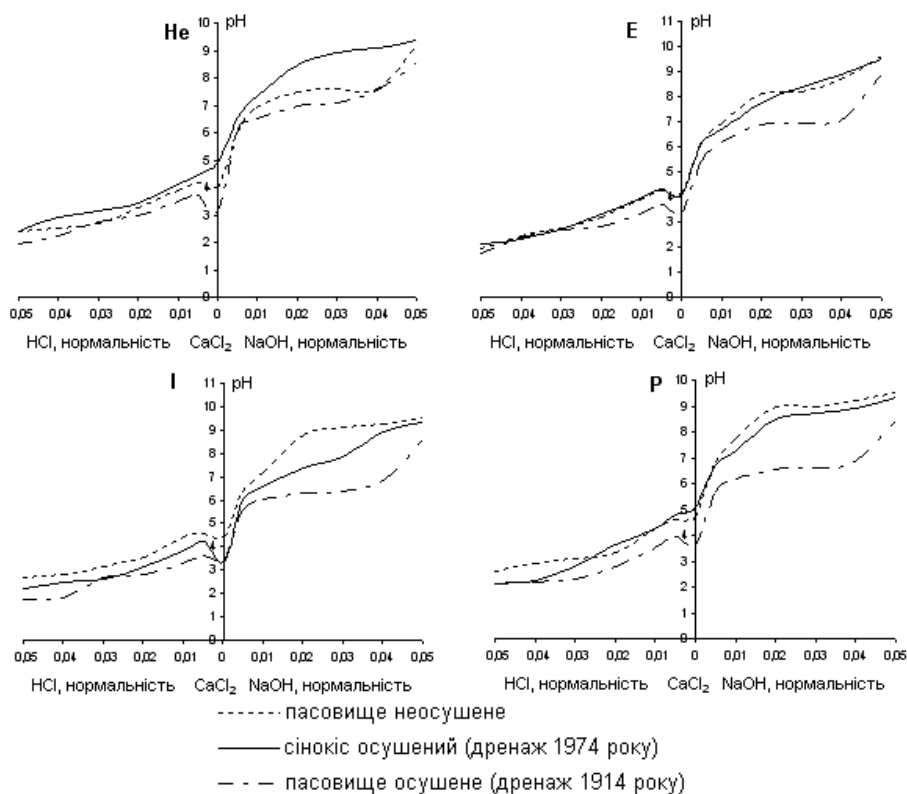


Рис. 2. Буферні криві буровато-підзолистого оглеєного ґрунту за умов різної тривалості осушення

зростання їх значень з глибиною, на відміну від ґрунту неосушеного пасовища. Між ґрунтами різної меліоративної дії більші відмінності в характері буферних кривих проявляються в лужному діапазоні.

У гумусово-елювіальному та елювіальному генетичних горизонтах більші відхилення в верх буферних кривих притаманні ґрунту сінокошу осушеного. Незалежно від генетичних горизонтів найменший нахил буферних кривих характерний для ґрунту, що зазнав довготривалої дії дренажу.

Зазначені особливості буферних кривих вплинули на параметри показників кислотності-основності буферних властивостей ґрунтів різного меліоративного стану. Нейтралізуюча та поглинальна здатність ґрунту в кислотному діапазоні (від pH_{CaCl_2} до pH 3,0) за порівняно нетривалої дії гончарного дренажу проявляється на такому ж або навіть вищому рівні, порівняно з ґрунтом неосушеного пасовища (табл. 3). За тривалого осушення нейтралізуюча та поглинальна здатність ґрунту стосовно кислот знижується майже в два рази. Відповідно до цього під впливом осушення, особливо довготривалого, навпаки, відмічається зростання протилужної нейтралізуючої та поглинальної здатності в 1,5–2 рази в інтервалі від pH_{CaCl_2} до pH 8,0.

Таблиця 3

Показники буферних властивостей буровато-підзолистого оглеєного ґрунту за різної тривалості осушення

Генетичний горизонт	Глибина, см	pH_{CaCl_2}	Нейтралізуюча здатність, мг-екв/100 г ґрунту		Буферність, мг-екв/100 г ґрунту/dpH		Гradient pH суспензії від введення			
			в інтервалі від pH_{CaCl_2} до				0,05 HCl	0,05 NaOH	0,005 HCl	0,005 NaOH
			pH 3,0	pH 8,0	pH 3,0	pH 8,0				
Пасовище неосушене										
HE	6–22	4,00	6,75	10,3	6,75	2,56	1,62	5,20	0,70	2,60
Egl	22–40	4,10	5,75	5,00	5,23	1,28	2,15	5,50	1,10	0,85
Eigl	40–62	4,05	7,50	6,75	7,14	1,71	1,70	5,15	1,15	0,55
Igl	62–135	4,40	8,00	4,00	5,71	1,11	1,75	5,10	1,35	0,50
Pigl	>135	4,70	8,00	3,25	4,71	0,98	2,08	4,80	1,90	0,35
Сінокіс осушений, дренаж 1974 року										
HE	4–25	4,91	9,0	4,25	4,71	1,37	2,51	5,49	1,08	1,04
Egl	25–45	4,05	6,25	5,75	5,95	1,46	1,95	5,43	1,05	0,75
Eigl	45–60	3,85	5,75	7,50	6,76	1,81	1,63	5,17	1,20	0,55
Igl	60–125	3,75	5,25	8,00	7,00	1,88	1,15	5,95	1,40	0,35
Pigl	>125	5,10	6,50	4,00	3,09	1,38	3,00	4,25	2,35	0,55
Пасовище осушене, дренаж 1914 року										
HE	4–27	3,68	4,50	11,5	6,62	2,52	1,21	5,42	1,85	0,56
Egl	27–54	3,65	4,25	11,5	6,54	2,70	1,60	5,55	0,86	0,85
Eigl	54–62	3,55	5,00	12,0	9,09	2,70	1,35	5,15	0,95	0,70
Igl	62–120	3,62	3,75	11,8	6,05	2,68	1,76	5,09	1,01	0,97
Pigl	>120	3,76	4,25	12,0	5,59	2,83	2,84	4,76	0,99	0,75

Буферність ґрунту сінокошу осушеного до кислот залишається майже на такому ж рівні, як і неосушеного пасовища. Після довготривалого осушення ґрунту вона зростає, порівняно з менш тривалим. Це пов'язано з низькими значеннями величин pH_{CaCl_2} у цьому ґрунті, що, у свою чергу, може бути наслідком інтенсивного вилугування обмінних катіонів під впливом гончарного дренажу. У цьому випадку проявляється певна неузгодженість між величинами нейтралізуючої і поглинальної здатності та буферності ґрунту в інтервалі від pH_{CaCl_2} до pH 3,0. Параметри першої знижуються, а другої зростають. На нашу думку, більш об'єктивним виступає показник нейтралізуючої і поглинальної здатності ґрунту по відношенню до кислоти. Він показує, за якого кислотного навантаження на ґрунт відбудеться зниження значень pH від

початкової точки до 3,0, тобто на зміщення їх у нашому випадку на 0,55-0,76 одиниці рН. Показник буферності ґрунту в цьому інтервалі показує величину кислотного навантаження для зміщення значень рН на 1 і за описаних умов буде завжди вищим. Тому згідно зі значеннями цього показника неможливо провести об'єктивне порівняння зміни протикислотної буферності ґрунтів різної меліоративної дії.

Чітка узгодженість між показниками нейтралізуючої і поглинальної здатності та буферності ґрунту в інтервалі від рН_{CaCl2} до рН 8,0 дає підстави вважати їх рівноцінними критеріями для характеристики протилужної буферності ґрунту.

Іншим показником, що характеризує кислотно-основну буферну здатність ґрунту, є градієнт рН суспензії від введення максимальної концентрації кислоти або лугу (0,05 н розчину HCl і NaOH). Чим нижча величина зазначеного градієнта, тим більшу буферність має ґрунт у кислотному та лужному плечі відповідно. Отримані дані свідчать про найвищу буферність проти підкислення гумусово-елювіальних горизонтів ґрунтів, порівняно з іншими (табл. 3). Це може зумовлюватися вищим умістом у них гумусу та обмінних основ. Величини градієнта рН суспензії від введення мінімальної концентрації кислоти або лугу характеризують відповідно протикислотну та протилужну буферність ґрунту у «принульових» відрізках.

Ґрунтам пасовища неосушеного та сінокошу осушеного притаманні близькі значення градієнта рН суспензії від введення 0,005 н розчину HCl, а отже, й протикислотної буферності в «принульовому» відрізку (за виключенням гумусово-елювіального горизонту). За умов тривалого осушення цей показник буферної здатності ґрунту зростає (за виключенням гумусово-елювіального горизонту). Проте в цьому випадку знижується протиосновна буферність ґрунту в «принульовому» відрізку. Знову ж таки виняток складає гумусово-елювіальний горизонт.

Установлені відмінності між описаними показниками буферних властивостей бурувато-підзолистого оглеєного ґрунту за різної тривалості осушення підтверджуються деякими оцінними показниками кислотно-основної буферності.

Найістотніше зниження площі буферності в кислотному плечі відбулося за тривалого осушення ґрунту, де її значення в межах профілю становлять 3,14–4,86 см² (табл. 4). Площа буферності в лужному плечі за менш тривалого осушення знизилася

Таблиця 4

Оцінні показники кислотно-основної буферності бурувато-підзолистого оглеєного ґрунту за різної тривалості осушення

Гене-тич-ний гори-зонт	Глиби-на, см	Площа буферності, см ²		Показник нейтраліза-ції, мг-екв/100 г ґрунту	Коефіцієнт буферної асиметрії	ПБС, бали	
		кислотна	лужна			кислот-на	лужна
Пасовище неосушене							
HE	0–22	5,50	20,8	3,50	0,58	11,6	43,7
Egl	22–40	4,98	18,5	2,75	0,57	10,5	38,9
Eigl	40–62	6,10	19,8	3,00	0,53	12,8	41,6
Igl	62–135	7,25	15,0	2,00	0,35	15,5	31,5
Pgl	>135	6,75	15,1	1,25	0,38	14,2	31,8
Сінокіс осушений, дренаж 1974 року							
HE	0–25	6,25	15,2	2,00	0,41	13,2	32,0
Egl	25–45	5,75	13,8	3,25	0,41	12,1	29,0
Eigl	45–60	5,13	21,7	3,75	0,62	10,8	45,7
Igl	60–125	4,68	18,5	3,75	0,60	9,85	38,9
Pgl	>125	5,74	15,9	1,75	0,47	12,1	33,5
Пасовище осушене, дренаж 1914 року							
HE	0–27	4,86	19,2	6,25	0,60	10,2	40,4
Egl	27–54	3,69	20,7	5,50	0,70	7,76	43,6
Eigl	54–62	4,16	20,2	6,50	0,66	8,75	42,5
Igl	62–120	3,84	21,5	6,25	0,70	8,08	45,3
Pigl	>120	3,14	19,2	6,00	0,72	6,61	40,4

до 13,8–15,2 см² у гумусово-елювіальному та елювіальному горизонтах при значеннях 18,5–20,8 см² у ґрунті неосушеного пасовища. У ґрунті, що зазнав тривалої дії осушення, величини площі буферності в лужному діапазоні були найвищими і мало змінювалися в межах профілю (19,2–21,5 см²). Відмічається синхронність у зміні її параметрів з показником нейтралізації, величини якого зазвичай підвищуються при зниженні значень площі буферності у кислотному діапазоні. У даному випадку його величини складають 5,5–6,5 мг-екв / 100 г ґрунту в межах профілю.

З параметрами площі буферності узгоджуються величини потенційної буферної ємності. Вони досить низькі в кислотному плечі та високі – у лужному, особливо в ґрунті з тривалою дією гончарного дренажу. Величини ПБЄл у ґрунті пасовища неосушеного досить високі у зв'язку з характером буферної кривої в лужному діапазоні.

Зміни умов проходження ґрунтоутворювального процесу при осушенні викликали послаблення буферних функцій ґрунту, що проявилось в підвищенні значень коефіцієнта буферної асиметрії. Більша асиметричність (КБА=0,60–0,70) притаманна саме ґрунту, що зазнав тривалої дії гончарного дренажу.

Отже, за порівняно нетривалої дії гончарного дренажу (30–40 років) суттєвого погіршення показників, що характеризують кислотно-основну буферність, не відмічається. Істотніше порушення функціонування буферних механізмів ґрунту відмічене у випадку тривалого (80–90 років) його осушення закритим гончарним дренажем. Зважаючи на те, що пасовищне використання ґрунту не стримує цього процесу, необхідно здійснювати додаткові заходи зі стабілізації в першу чергу кислотно-основного стану ґрунту.

ВИСНОВКИ

1. У зв'язку з тим що бурувато-підзолисті оглеєні ґрунти природного стану та залучені до екстенсивного сінокісно-пасовищного використання не мають протикислотної нейтралізуючої і поглинальної здатності, а отже й буферності в інтервалі від рН_{CaCl₂} (початкова точка буферних кривих) до рН 5,0, запропоновано проводити визначення цих показників в інтервалі від рН_{CaCl₂} до рН 3,0. Для характеристики буферності ґрунту в «принульових» відрізках доцільно визначати градієнти рН суспензії від введення мінімальних концентрацій кислоти або лугу (0,005 н розчини HCl або NaOH).

2. Особливості прояву кислотно-основної буферної здатності досліджуваних ґрунтів полягають в асиметричності буферних площ й наближенні значень коефіцієнта буферної асиметрії до 1, здатності краще протистояти зміні реакції середовища в бік підлугування за мінімального лужного впливу, ніж у бік підкислення за мінімального кислотного впливу й залежності від фізико-хімічних властивостей. Показники, що характеризують кислотно-основну буферність у всьому кислотному або лужному плечі та в діапазонах значень рН від рН_{CaCl₂} до рН 3,0 і від рН_{CaCl₂} до рН 8,0, скорельовані між собою.

3. Через 30–40 років від закладки закритого гончарного дренажу не відбулося істотного погіршення кислотно-основних буферних функцій ґрунту. Послаблення їхнього прояву через 80 років від початку осушення діагностується за зниженням величин нейтралізуючої і поглинальної здатності ґрунту в інтервалі від рН_{CaCl₂} до рН 3,0 й площі буферності в кислотному плечі та підвищенні значень площі буферності в лужному плечі, показника нейтралізації й коефіцієнта буферної асиметрії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Бобрусь С. В. Кислотно-основна буферність ґрунту – критерій оцінки його агроекологічного стану / С. В. Бобрусь // Проблеми Полісся. – Луцьк: РВВ ЛТДУ, 2007. – Вип. 1. – С. 176-186.

Гантимуров И. П. Кривые титрования почвенных суспензий как метод исследования / И. П. Гантимуров, Л. А. Корсакова // Тр. Новосибирского СХИ. – Агрохимия. – Новосибирск, 1964. – Т. 25, Вып. 3. – С. 172-179.

Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.

Зайцева Т. Ф. Буферность почв и вопросы диагностики / Т. Ф. Зайцева // Изв. СО АН СССР. – Сер. Биология. – 1987. – № 14/2. – С. 69-80.

- Надточій П. П.** Определение кислотно-основной буферности почв / П. П. Надточій // Почвоведение. – 1993. – № 4. – С. 34-39.
- Надточій П. П.** Объективные критерии для целей почвенного мониторинга / П. П. Надточій // Докл. НАН Украины. – 1995. – № 1. – С. 110-112.
- Надточій П. П.** Кислотно-основная буферность почвы – критерий оценки её качественного состояния / П. П. Надточій // Почвоведение. – 1998. – № 9. – С. 1094-1102.
- Надточій П. П.** Агроекологічний стан ґрунтів Лісостепу України, вдосконалення управління їх родючістю і продуктивністю агроценозів: Автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: спец. 06.01.03 «Агроґрунтознавство і агрофізика» / П. П. Надточій. – Х., 1999. – 35 с.
- Надточій П. П.** Буферность почвы как критерий оценки её агроэкологического состояния / П. П. Надточій // Зб. наук. пр. Подільського державного аграрно-технічного ун-ту. – 2007. – Вип. 15. – С. 280-284.
- Назыров Ф. И.** Влияние удобрений на буферные свойства чернозема типичного карбонатного / Ф. И. Назыров // Агрохимия. – 2002. – № 2. – С. 5-12.
- Понизовский А. А.** Применение метода потенциометрического титрования для характеристики буферной способности почв / А. А. Понизовский, Т. В. Пампура // Почвоведение. – 1993. – № 3. – С. 106-115.
- Толстоконева Е. Н.** Буферность равнинных почв юга Дальнего Востока России / Е. Н. Толстоконева. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 112 с.
- Трускавецький Р. С.** Буферна здатність ґрунтів та їх основні функції / Р. С. Трускавецький. – Х.: ППВ «Нове слово», 2003. – 224 с.
- Удосконалена схема** фізико-географічного районування України / О. М. Маринич, Г. О. Пархоменко, О. М. Петренко та ін. // Укр. геогр. журн. – 2003. – № 1. – С. 16-20.
- Химические основы** буферности почв / Т. А. Соколова, Г. В. Мотузова, М. С. Малинина и др. – М.: МГУ, 1991. – 108 с.

Надійшла до редколегії 16.12.09