
THEORETICAL AND PRACTICAL ISSUES OF SOIL SCIENCE



I. S. Smaga 

Dr. Sci. (Biol.), Professor

I. I. Kazimir


Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof.

UDK 631.47

*Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University,
Kotsubinsky Str., 2, Chernivtsi, Ukraine, 58012*

FORMATION OF ACID-BASIC BUFFER COMPRESSION OF THE PRECARPATHIANS BROWNISH-PODZOLIC CLEYED SOIL IN DIFFERENT CONDITIONS OF MANAGEMENT

Abstract. The results of the study of the patterns of formation and parameters of the acid-base state and acid-base buffer capacity of the Buruk-podzolic gleyed soil of the Precarpathian region in the conditions of its development in artificially created humidification regimes, which enable to change the course of soil formation processes in a particular direction and to trace their impact on change indicators of the main properties of the soil. Simulation simulation of moisture modes in soil samples under the cover of the forest was conducted in laboratory conditions in soil columns for one year. Operation of the soil under conditions of washing, water-tight and contrasting (alternating change of washing conditions and water tightness) humidification regimes contributes to the prevailing development of elemental soil processes of pouring, gelling and gluing-eluvium, respectively. Before modeling and after an annual exposure in soil samples, the indexes of actual acidity, content of exchange cations, neutralization and absorption capacity of the soil for acids in the range from (the starting point of buffer curves) to pH 3.0, the potential buffer capacity in the acid and alkaline shoulders were determined, and also a pH gradient of a soil suspension with the addition of a minimum (0.005 N solution) of acid and alkaline concentrations. The buffer of the soil suspension in each single interval of the pH values pH_{CaCl_2} of the acid and alkaline shoulder and its general value are determined. The distribution of the indicator of the actual acidity and exchange-absorbed calcium and magnesium cations within the soil profile prior to and after the laboratory simulation of the corresponding humidification regimes has been observed. The most intense acidification occurs in the upper elution layer after the action of the washing regime of moisture due to increased leaching of exchange calcium, and the least intense – under conditions of stagnant-washing regime of moisture. Under the conditions of the water-dispersal humidification regime, the soil acquires the maximum neutralizing and absorption capacity for acids and increases the value of the potential buffer capacity in the acid range. The development of both washing and water retention modes of soil moisture causes the formation of close values of the acid-base buffer indexes, which makes it impossible to use them for genetic soil diagnostics. The soil suitability for the shift of the acid-base equilibrium from its initial point is characterized by the value of the pH gradient of the soil suspension from the addition of minimum concentrations of acid or alkali. Regardless of the humidity regime, the soil's acid

 Tel.: +38037-258-47-41, e-mail: i.smaga@chnu.edu.ua

DOI: 10.15421/041702

buffering capacity for the minimum acid load decreases, and, with respect to the bases for minimal alkaline, increases compared to the control.

Key words: *acid-base buffer of soil, neutralizing ability of soil in relation to acids, brown-podzolic gleyed soil, gleying, podzol, gley-eluvium, model experiment, water retention mode of humidification, washing regime of moisture, stagnant-washing regime of moisture.*

УДК 631.47

И. С. Смага
И. И. Казимир

д-р биол. наук, проф.
канд. биол. наук, доц.

*Черновицкий национальный университет им. Юрия Федьковича,
ул. Коцюбинского, 2, г. Черновцы, Украина, 58012,
тел.: +38037-258-47-41, e-mail: i.smaga@chnu.edu.ua*

ФОРМИРОВАНИЕ КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНОЙ БУФЕРНОСТИ БУРОВАТО-ПОДЗОЛИСТЫХ ОГЛЕЕННЫХ ПОЧВ ПРЕДКАРПАТЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ УВЛАЖНЕНИЯ

Аннотация. Приведены результаты изучения закономерностей формирования кислотно-щелочной буферности буровато-подзолистой оглеенной почвы Предкарпатья в условиях искусственного создания промывного, водозастойного и застойно-промывного режимов увлажнения на протяжении одного года, которые способствуют преимущественному развитию процессов оподзоливания, оглеения и глее-элювиирования соответственно. Имитацию режимов увлажнения проводили в лабораторных условиях в почвенных колонках.

Перед моделированием и после годичной экспозиции в образцах почвы определяли степень актуальной кислотности, содержание обменных катионов, нейтрализующую и поглотительную способности почвы по отношению к кислотам в интервале от pH_{CaCl} (начальной точки буферных кривых) до pH 3,0, потенциальную буферную ёмкость в кислотном и щелочном плече, а также градиент pH почвенной суспензии при добавлении минимальных (0,005н раствор) концентраций кислоты и щелочи. Определена буферность почвенной суспензии в каждом единичном интервале значений pH кислотного и щелочного плеча и общие её значения.

Ключевые слова: *кислотно-щелочная буферность почвы, нейтрализующая способность почвы по отношению к кислотам, буровато-подзолистая оглеенная почва, оглеение, оподзоливание, глее-элювиирование, модельный эксперимент, водозастойный режим увлажнения, промывной режим увлажнения, застойно-промывной режим увлажнения.*

УДК 631.47

І. С. Смага
І. І. Казімір

д-р біол. наук, проф.
канд. біол. наук, доц.

*Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича,
вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, Україна, 58012,
тел.: +38037-258-47-41, e-mail: i.smaga@chnu.edu.ua*

ФОРМУВАННЯ КИСЛОТНО-ОСНОВНОЇ БУФЕРНОСТІ БУРОВАТО-ПІДЗОЛИСТОГО ОГЛЕЄНОГО ҐРУНТУ ПЕРЕДКАРПАТТЯ ЗА РІЗНИХ РЕЖИМІВ ЗВОЛОЖЕННЯ

Анотація. Наведено результати вивчення закономірностей формування кислотно-основної буферності буровато-підзолистого оглеєного ґрунту Передкарпаття за умов штучного створення промивного, водозастійного та застійно-промивного режимів зволоження на протязі одного року, які сприяють переважаючому розвитку процесів опідзолення, оглеєння та глее-елювіювання відповідно. Імітацію режимів зволоження проводили в лабораторних умовах у ґрунтових колонках.

Перед моделюванням та після річної експозиції в зразках ґрунту визначали показники актуальної кислотності, вмісту обмінних катіонів, нейтралізуючої та поглинальної здатності ґрунту щодо кислот в інтервалі від pH_{CaCl} (початкової точки кривих буферності) до pH 3,0, потенційну буферну ємність в кислотному та лужному плечі, а також градієнт pH ґрунтової суспензії при додаванні мінімальних (0,005 н розчин) концентрацій кислоти та луґу. Визначено

буферність ґрунтової суспензії в кожному одиничному інтервалі значень рН кислотного та лужного плеча та загальні її значення.

Ключові слова: *кисотно-основна буферність ґрунту, нейтралізуюча здатність ґрунту щодо кислот, бурувато-підзолистий оглеєний ґрунт, оглеєння, опідзолення, глее-елювіювання, модельний експеримент, водозастійний режим зволоження, промивний режим зволоження, застійно-промивний режим зволоження.*

ВСТУП

При встановленні генезису ґрунтів крім методів морфолого-генетичного вивчення їх у польових умовах великого поширення набуло лабораторне моделювання різних умов функціонування ґрунту (режим зволоження, рослинний опад тощо). Такий метод дослідження застосовується задля того, щоб змінити перебіг процесів ґрунтоутворення у бажаному для дослідника напрямі, виокремити діагностичні критерії окремих процесів за наслідками їх проходження та здійснювати пошук раціональних способів регулювання і управління ґрунтовими процесами.

Відомо, що метод моделювання як у лабораторних, так і в польових умовах застосовують для вивчення специфіки розвитку процесів оглеєння (Zaydel'man, 1998), лесиважу, оглинення, гумусоутворення (Modelyovanye ..., 1985), а також наслідків дії кислотних опадів на кислотну-основну буферну здатність ґрунту (Sokolova et al., 2000). На прикладі бурувато-підзолистого ґрунту Передкарпаття за умов лабораторного моделювання відповідних режимів зволоження було виокремлено діагностичні критерії опідзолення, оглеєння, глее-елювіювання, буроземного та дернового процесів за кількісно-якісним складом мікробоценозів (Nikoguch, 1999) і формами сполук заліза й алюмінію (Bespalko, 2000). Визначення таких показників ґрунтових властивостей зазвичай відзначається високою трудомісткістю та складністю. Натомість, показники кислотно-основної буферності ґрунту є досить простими у визначенні та вміщують важливу інформацію щодо його генезису.

Мета досліджень – встановити вплив переважаючого розвитку опідзолення, оглеєння та елювіально-глеєвого процесу, зумовленого відповідними їм режимами зволоження на формування кислотно-основної буферної здатності бурувато-підзолистого оглеєного ґрунту Передкарпаття.

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Лабораторне моделювання умов ґрунтоутворення є досить поширеним методом вивчення специфіки проходження ґрунтових процесів. На основі таких досліджень було зроблено висновок про вирішальну роль глеєутворення на фоні застійно-промивного водного режиму у формуванні освітлених елювіальних горизонтів кислих елювіально-ілювіально диференційованих ґрунтів (Zaydel'man, 1998).

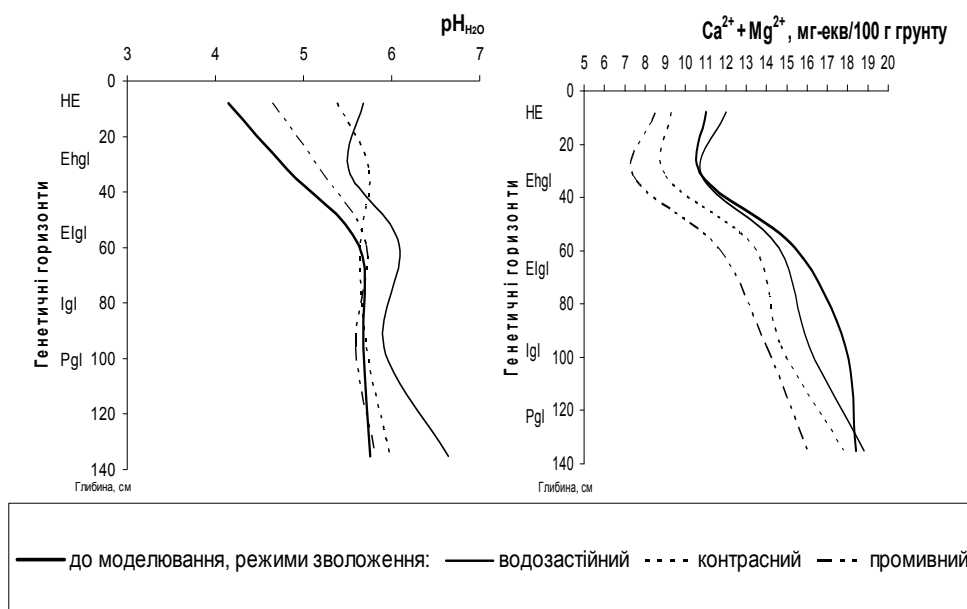
Вивчення можливості виокремлення діагностичних критеріїв окремих елементарних ґрунтових процесів (опідзолення, оглеєння та глее-елювіювання) за показниками кислотно-основної буферності ґрунту проведено в модельному експерименті. Варіанти дослідів: 1) контроль; 2) водозастійний режим зволоження; 3) застійно-промивний режим зволоження; 4) промивний режим зволоження. Детальніше умови моделювання було описано в одній з попередніх наших публікацій (Tsvyk, Smaga, 2010). Після річної експозиції відбирали зразки ґрунту, просушували їх, готували до аналізу й визначали показники, що характеризують його кислотно-основну буферність і фізико-хімічні властивості за відповідними методиками (Zaytseva, 1987; Ponyzovskyy, Pampura, 1993; Truskavetskiy, 2003).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Кисла реакція середовища – одна з визначальних генетичних особливостей профільно-диференційованих ґрунтів Передкарпаття. Найкисліші зазвичай верхні

генетичні горизонти, в яких значення pH_{H_2O} фіксуються на рівні 4,15–4,82 од. (рисунк). З глибиною відмічено підвищення величин даного показника. Вміст обмінно-поглинутого кальцію в кілька разів перевищує вміст обмінного магнію. У досліджуваних ґрунтах простежувався рівномірний профільний розподіл обмінного магнію та чіткий елювіально-ілювіальний перерозподіл по профілю обмінного кальцію, а також суми катіонів кальцію і магнію.

Функціонування ґрунту в умовах різних режимів зволоження зумовило зміни його кислотно-основного стану. Відмічається зростання величини pH_{H_2O} в усіх варіантах, особливо за водозастійного режиму зволоження (див. рисунок). У варіанті зі створеним промивним режимом зволоження та кислим рослинним опадом створилися найкисліші умови, а параметри ступеня актуальної кислотності склали 4,64–5,82 од. в межах профілю. При водозастійному режимі зволоження величина pH_{H_2O} істотно зростає, що підтверджується й іншими дослідниками (Dron', 2007). Параметри даного показника за контрастних умов зволоження займають проміжне положення: вони нижчі, ніж за водозастійного, й вищі, ніж за промивного режимів зволоження. Функціонування ґрунту за умов промивного режиму зволоження призвело до сильного вилугування обмінного кальцію з його верхньої елювіюваної частини профілю.



Профільний розподіл ступеня актуальної кислотності та обмінних катіонів у ґрунті за змодельованих режимів зволоження

Отже, промивний та застійно-промивний (контрастний) режими зволоження сприяють підкисленню ґрунтового середовища, створюючи в ґрунті передумови для інтенсивнішого руйнування його мінеральної частини. В обох випадках формуються близькі параметри показників кислотно-основного стану ґрунту.

Визначення кислотно-основної буферності ґрунту за методом Т. Ф. Зайцевої (Zaytseva, 1987) дає змогу визначити протикислотну нейтралізуючу та поглинальну здатність ґрунту в інтервалі від pH_{CaCl} (початкова точка буферної кривої) до pH 5,0 (тобто в певній частині кислотного діапазону). Однак, зважаючи на те, що в бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтах величини pH_{CaCl} , у більшості випадків є нижчими, то нами запропоновано визначати даний показник в інтервалі від pH_{CaCl} до pH 3,0 (Smaha, Kazimir, 2009).

Раніше проведеними дослідженнями було встановлено, що зростання величини pH_{CaCl} порівняно з ґрунтом до моделювання відбулося за розвитку всіх режимів зволоження, а особливо – застійно-промивного. Нейтралізуюча і поглинальна здатність ґрунту щодо кислот в інтервалі від pH_{CaCl} до pH 3,0 набуває максимальних значень за його функціонування в умовах водозастійного режиму зволоження, а за промивного й застійно-промивного вона дещо знижується порівняно з контролем. Функціонування ґрунту в умовах промивного режиму зволоження зумовило підвищення його буферності в лужному плечі. Однак різниця у значеннях потенційної буферної ємності в лужному плечі (ПБСл) між окремими варіантами не така значна, як у значеннях потенційної буферної ємності в кислотному плечі (ПБЄк), а характер її профільного розподілу виявився аналогічним з ґрунтом до моделювання. За промивного режиму зволоження формуються близькі до контрольного варіанта параметри ПБЄк і ПБСл (Smaha, 2016).

Таблиця 1

Буферність ґрунтової суспензії до підкислення за інтервалами значень pH

Генетичний горизонт	Об'єм 0,02 н розчину HCl, мл					ΔpH
	7,0–6,0	6,0–5,0	5,0–4,0	4,0–3,0	всього	
До моделювання (контроль)						
HE	–	–	0,13	1,34	1,47	0,57
Egl	–	–	0,48	0,03	0,51	0,67
EIgl	–	0,34	0,92	0,95	1,87	1,55
Igl	–	–	0,77	2,31	3,08	0,93
Pgl	–	0,18	0,21	1,30	1,51	1,30
Водозастійний режим зволоження						
HE	–	0,38	0,59	1,57	2,54	2,47
Egl	–	0,38	0,19	1,92	2,49	2,17
EIgl	0,1	0,32	0,21	1,39	2,02	2,29
Igl	–	–	0,34	1,52	1,86	2,59
Pgl	0,15	0,14	1,08	3,10	4,47	1,95
Застійно-промивний режим зволоження						
HE	0,34	0,15	0,13	1,15	1,77	3,03
Egl	0,51	0,20	0,30	0,95	1,96	1,47
EIgl	–	0,25	0,45	0,61	1,31	2,17
Igl	–	–	0,38	1,05	1,43	2,87
Pgl	–	0,29	0,20	0,61	1,10	2,25
Промивний режим зволоження						
HE	–	–	0,36	0,92	1,28	2,45
Egl	–	0,19	0,36	1,46	2,01	2,15
EIgl	–	0,09	0,48	0,89	1,46	2,11
Igl	–	0,07	0,88	0,54	1,49	2,48
Pgl	–	0,24	0,19	0,97	1,40	1,82

У зразках ґрунту після закінчення лабораторного моделювання визначалися параметри буферності ґрунтової суспензії за інтервалами значень рН, тобто методом безперервного потенціометричного титрування. У варіантах водозастійного та застійно-промивного режимів зволоження порівняно з контролем початкова точка титрування змістилася на інтервали рН 5,0–6,0 або 6,0–7,0 залежно від генетичного горизонту (табл. 2). Також істотно зросла буферна здатність ґрунтової суспензії в діапазоні зі значеннями рН 5,0–6,0. При цьому зменшилася частка буферності, що припадає на діапазон рН 4,0–5,0. Незалежно від варіанта дослідження найвищий прояв буферної здатності відмічено в діапазоні рН 3,0–4,0 (сумарний об'єм витраченого 0,02н розчину НСІ становить від половини до 2/3).

Таблиця 2

Буферність ґрунтової суспензії до підлогування за інтервалами значень рН								
Генетичний горизонт	Об'єм 0,02 н розчину NaOH						всього	ΔрН
	4,0–5,0	5,0–6,0	6,0–7,0	7,0–8,0	8,0–9,0	9,0–10,0		
До моделювання (контроль)								
HE	0,19	0,14	0,17	0,49	0,54	0,42	1,95	1,04
Egl	0,08	0,36	0,12	0,07	0,35	0,38	1,36	0,76
EIgl	–	0,10	0,12	0,09	0,11	0,42	0,84	0,20
Igl	–	0,12	0,07	0,42	0,59	0,54	3,02	0,20
Pgl	–	0,20	0,14	0,31	0,29	0,33	1,27	0,50
Водозастійний режим зволоження								
HE	–	0,18	0,17	0,49	0,54	0,42	1,80	0,78
Egl	–	0,19	0,12	0,07	0,35	0,38	1,11	0,75
EIgl	–	0,06	0,12	0,09	0,11	0,42	0,80	0,31
Igl	–	0,14	0,07	0,42	0,59	0,54	1,76	0,40
Pgl	–	0,12	0,14	0,31	0,29	0,33	1,19	0,50
Застійно-промивний режим зволоження								
HE	–	–	0,22	0,17	0,29	0,60	1,28	0,40
Egl	–	–	0,18	0,23	0,25	0,42	1,08	1,08
EIgl	0,17	0,24	0,30	0,32	0,41	0,53	1,97	0,10
Igl	–	0,08	0,19	0,17	0,20	0,81	1,45	0,15
Pgl	0,15	0,20	0,18	0,22	0,20	0,51	1,46	0,43
Промивний режим зволоження								
HE	–	0,34	0,30	0,28	0,56	0,97	2,45	0,70
Egl	–	0,22	0,18	0,19	0,37	0,41	1,37	0,23
EIgl	–	0,29	0,36	0,24	0,22	0,86	1,97	0,10
Igl	–	0,21	0,39	0,30	0,42	0,80	2,12	0,10
Pgl	–	0,38	0,25	0,24	0,25	0,93	2,05	0,07

Визначення значень ΔрН ґрунтової суспензії при додаванні мінімальних концентрацій кислоти або лугу відносно його початкової величини дозволяє

визначити піддатливість ґрунту щодо зрушення кислотно-основної рівноваги, тобто кислотно-основну буферність у початкових відрізках кислотного і лужного плеча. За мінімального кислотного навантаження буферна здатність знизилася у всіх варіантах модельованих режимів зволоження (див. табл. 1).

Буферність ґрунтової суспензії проти підлугування проявлялася більш рівномірно за інтервалами значень рН порівняно з буферністю проти підкислення (табл. 2). Значних відмінностей між окремими варіантами дослідів не спостерігалось. Іноді фіксувалися значні відхилення показників в окремих генетичних горизонтах. Наприклад, внаслідок тривалої дії промивного режиму зволоження різко збільшився об'єм 0,02 н розчину луґу на титрування ґрунтової суспензії в діапазоні зі значеннями рН 8,0–9,0 і 9,0–10,0 у верхніх генетичних горизонтах.

При водозастійному режимі зволоження об'єм 0,02 н розчину NaOH, що пішов на титрування, був нижчим. Відмічено випадки, коли на діапазон з нижчими значеннями рН припадає більша частка буферної здатності, ніж на наступний за ним з вищим значенням рН. Однак найвища частка буферності ґрунту до луґу в усіх варіантах дослідів припадала на діапазон зі значенням рН 9,0–10,0. Це цілком закономірно, оскільки саме в цьому діапазоні нейтралізацію луґу здійснюють найбільш важкорозчинні сполуки. Інша закономірність полягає в тому, що буферна здатність на початкових відрізках лужного плеча зростає у всіх варіантах дослідів.

Виявлене підвищення протикислотної буферності за функціонування ґрунту при водозастійному режимі зволоження вважаємо цілком закономірним, адже глесутворення супроводжується утворенням летких сполук, що підвищують величини рН середовища. Зниження даного показника після моделювання промивного режиму зволоження, що зумовлює процес опідзолення, можливо пояснити вилугуванням обмінних катіонів та підкисленням реакції середовища.

Підвищення протилужної буферності ґрунтового розчину відмічено у варіанті дослідів з промивним режимом зволоження ґрунту та кислим рослинним опадом. Величини показників буферної здатності за застійно-промивного режиму зволоження ґрунту були вищими, ніж за водозастійного, та нижчими, ніж за промивного. Це узгоджується з підвищенням у цьому ж варіанті значень ПБЄк, про що зазначалося вище. Проходження промивного режиму зволоження в ґрунті сприяє підвищенню його протилужної буферності. Це дає підстави стверджувати, що зміни кислотно-основної буферності ґрунту за умов функціонування його при різних режимах зволоження виявляються як за оцінними її показниками, отриманими за методикою Р. С. Трускавецького (Truskavetskiy, 2003), так і за показниками, отриманими з буферних кривих згідно з методикою Т. Ф. Зайцевої (Zaytseva, 1987), а також визначеними за методом безперервного потенціометричного титрування ґрунтової суспензії розчином кислоти чи луґу (Ponyzovskyy, Pampura, 1993).

ВИСНОВКИ

Кожен з режимів зволоження зумовлює певну специфіку формування кислотно-основного стану бурувато-підзолистого оглеєного ґрунту та значною мірою визначає параметри показників його кислотно-основної буферної здатності в кислотному і лужному плечі. Істотне зростання буферної здатності ґрунту щодо кислот відбувається за його функціонування в умовах водозастійного режиму зволоження, тобто при глесутворенні. Після річного моделювання режимів зволоження буферність ґрунту на початкових відрізках кислотного плеча знижується, а лужного – зростає.

Промивний та застійно-промивний режими зволоження ґрунту, які сприяють посиленню процесів опідзолення та глес-елювіювання відповідно, здійснюють аналогічний вплив на формування кислотно-основної буферної здатності ґрунту. Виокремити діагностичні критерії цих процесів на основі показників кислотно-основної буферності ґрунту неможливо.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

- Ahrokhimichnyy analiz, 2005 [Agrochemical analysis]. M. M. Horodniy, A. P. Lisoval, A. V. Bykin, ed. M. M. Horodn'oho. Aristey, Kyiv (in Ukrainian).
- Bespalko, R. I., 2000. Transformaciya grup ta form zaliza v buruvato-pidzolistih ogleenih gruntah pivdenного Peredkarpattya pid vplivom elementarnih gruntovih procesiv ta vikoristannya [Transformation of groups and forms of iron and aluminum in brownerde-podzolic gleey soils of the southern Pre-Carpathians under influence of elementary soil processes and use]: Avtoreferat dysertatsiyi na zdobuttya naukovoho stupenya kandydata biolohichnykh nauk: 03.00.27 – Hruntoznavstvo (in Ukrainian).
- Dron', Yu. S., 2007. Ekolohichni chynnyky formuvannya vidnovnykh umov ta yikh rol' u henezysi buruvato-pidzolistykh ohleyenikh gruntiv Peredkarpattya [Ecological factors in formation of reducing conditions and their role in genesis of brown-podzol gleic soil of Pre-Carpathian region]: Avtoreferat dysertatsiyi na zdobuttya naukovoho stupenya kandydata biolohichnykh nauk: 03.00.16 – Ekolohiya (in Ukrainian).
- Modelyrovanye pochvoobrazovatel'nykh protsessov, 1985. [Modeling of soil-forming processes]: Sb. nauch. tr.; otv. red. Pachep'skiy A. Ya. Pushchyno: NTsBY (in Russian).
- Nikorych, V. A., 1999. Ekologiya ta dinamika mikroflori buruvato-pidzolistih ogleenih gruntiv pivdenного Peredkarpattya etalonnih ta antropogenno-transformovanih biogeocenoziv [Ecology and dynamics of microflora of brown-podzolic gleyed soils of southern Pre-Carpathians of reference and anthropogenically transformed biogeocoenoses]: Avtoreferat dysertatsiyi na zdobuttya naukovoho stupenya kandydata biolohichnykh nauk: 03.00.16 – Ekolohiya (in Ukrainian).
- Ponyzovskyy, A. A., Pampura, T. V., 1993. Prymenenye metoda potentsyometrycheskoho tytrovaniya dlya kharakterystyky bufernoy sposobnosti pochv [Application of the potentiometric titration method to characterize the buffering capacity of soils] Eurasian Soil Science 3, 106–115 (in Russian).
- Smaga, I. S., 2016. Problemy diahnostyky elementarnykh gruntovykh protsesiv i profil'no-dyferentsiyovanykh gruntiv u Peredkarpatti [Diagnostic problems of elementary soil processes and profile-differentiated soils of the Precarpathian region]. Gruntoznavstvo 17(1-2), 40–48 (in Ukrainian).
- Smaha, I. S., Kazimir, I. I., 2009. Ekolohohenetychna zumovlenist' formuvannya kyslotno-osnovnoyi bufernosti buruvato-pidzolistykh ohleyenikh hruntiv Peredkarpattya ta informatyvni yiyi pokaznykiv [Ecological-genetic investigation of a formation of the acid-alkaline buffer capacity in case of the brownish-podzolic gleized soils of the precarpathians region]. Gruntoznavstvo 10(3-4), 82–92 (in Ukrainian).
- Sokolova, T. A., Yvanova, S. E., Luk'yanov, O. N., 2000. Yzmenenye kyslotno-osnovnoy bufernosti lesnykh podzolistykh pochv pod vlyyanyem model'nykh kyslykh osadkov [Changes in acid-base buffer of forest podzolic soils under the influence of model acidic sediments]. Eurasian Soil Science 5, 548–556 (in Russian).
- Truskavetskiy, R. S., 2003. Buferna zdatnist gruntiv ta inosnovni funkcii [The buffer capacity of soils and their basic functions] (in Ukrainian).
- Tsvyk, T. I., Smaga, I. S., 2010. Vpliv sposobiv zemlevikoristannya ta umov transformacii roslinnogo opadu na kyslotno-osnovnu rivnovagu buruvato-pidzolistih ogleenih gruntiv [Impact of land use and methods of plant transformation cnditions precipitation of acid-base balance brownish-podzolic gleyed soils]. Scientific Bulletin of Chernivtsi University. «Biological systems» 4/2, 79–83 (in Ukrainian).
- Zaydel'man, F. R., 1998. Protseess hleeobrazovanyya y eho rol' v formyrovannyi pochv [The process of glee formation and its role in the formation of soils]. MSU, Moscow (in Russian).
- Zaytseva, T. F., 1987. Bufernost' pochv y voprosy dyahnostyky [The buffer capacity of soils and diagnostic issues]. Yzv. SO AN SSSR. Seryya byolohyya 14/2, 64–80 (in Russian).

Стаття надійшла в редакцію: 18.04.2017