

БУФЕРНІСТЬ БУРОЗЕМІВ ЧОРНОГІРСЬКОГО МАСИВУ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ ЩОДО ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

На підставі бальної оцінки буферної здатності буроземів Чорногірського масиву Українських Карпат встановлено, що цим ґрунтам властивий в основному середній ступінь буферності для металів, активних у кислому середовищі (Zn, Cd, Pb, Cu, Co) і підвищений – для металів, мобільних у лужному середовищі (Mo, As).

Ключові слова: буроземи, буферність, важкі метали, Українські Карпати.

Post-graduate S.P. Romaniv – L'viv NU named after Ivan Franko

Heavy metals buffering of brown soils of Chornohora region of the Ukrainian Carpathians

Based on numerical score of buffering to heavy metals of brown soils of Chornohora region of Ukrainian Carpathians it was determined that, these soils usually have medium buffering capacity level to heavy metals active in acid medium (Zn, Cd, Pb, Cu, Co) and increased level – for heavy metals mobile in alkaline medium (Mo, As).

Keywords: brown soils, buffering, heavy metals, Ukrainian Carpathians.

Вступ. Актуальність дослідження буферних властивостей ґрунтів, як головного "фільтра" планети, пов'язана з посиленням антропогенного навантаження не тільки на локальні екосистеми, але й біосферний рівень. Сьогодні загальновідомими є такі глобальні екологічні проблеми як кислі опади, озонні діри, металізація біосфери, глобальне потепління. Зокрема, про важливість проблеми "металізації біосфери" свідчить європейський проект "Heavy Metals Deposition in Europe – Estimation Based on Moss Analysis" поширений на більшість країн Європи.

В Україні залишається існувати стереотип, що заповідні території, зокрема і Карпат, які віддалені від стаціонарних джерел емісії тих чи інших поллютантів, є екологічно чистими і, відповідно, не може бути екотоксикологічних проблем, зв'язаних з забрудненням середовища. Відсутність достовірної інформації про бар'єрний вплив гірських масивів на надходження різних речовин з вологими повітряними масами з південно-західної Європи не дає змоги об'єктивно оцінити потенціал аеротехногенного забруднення цих територій.

Оскільки ґрунт є біокосним тілом, яке функціонує достатньо тривалий час, не встановлено також значення живого компонента, зокрема фітопоглинання, для масоперенесення мінеральних речовин у межах ґрунтового профілю та його хімічній диференціації, зокрема і біологічній акумуляції важких металів, яка вже в окремих випадках досягнула рівнів, що за існуючої санітарно-гігієнічними нормами вважаються токсичними. Яскравим прикладом цього є дуже високий вміст Pb у гірських ґрунтах, значні кількості якого пов'язані з органічною речовиною.

Зокрема, Б.І. Ракочієй [6] встановив, що у верхньому 0-4 см шарі гірсько-лучного легкосуглинкового ґрунту вміст Pb становить 230 мг/кг, причому на глибині 40-50 см він зменшується до 96 мг/кг, тобто більше ніж у два рази. Автор зауважує, що ґрунти з більшим вмістом органічної речовини більш збагачені на цей елемент.

За даними В.І. Козловського [4] вміст Pb у верхньому шарі 0-4 см бурого гірського ґрунту (висота 1780 м н.р.м.) Чорногори, розвиненого під три-

роздільно ситничником цетрарієвим, становить 130 мг/кг, тоді як на глибині 48-65 см – лише 15,7 мг/кг. Збагачення ґрунту цим елементом простежено до глибини 48 см. Нагромадження Pb характерно також для ґрунту (висота 1560 м н.р.м.) під гірськососняком чорницевим (до 121,4 мг/кг в шарі 0-3 см). Акумулявання Pb у буроземах спостережено і на менших висотах (1340 м н.р.м.) під смеречиною чорницевою – 91, мг/кг у шарі 0-3 см. Варто зауважити, що в усіх випадках вміст Pb у ґрунтоутворювальній породі змінювався в межах 14,6-23,3 мг/кг, а досліджувані ґрунти північно-східного макросхилу Чорногірського масиву збагачені на Pb і Cd у 2-3 рази, порівняно з кларком для ґрунтів, причому поверхневі органогенні горизонти – у 3,6-8,3 рази порівняно з ґрунтоутворювальною породою. Екологічно важливо, що кількість рухомих сполук Pb і Cd, які головно акумулюються в органогенних горизонтах, сягає для Pb 20-30, а Cd – 30-50 % від валового вмісту, що становить відповідний екологічний ризик для екосистеми. Високий вміст Pb (92,5-142,4 мг/кг) в органогенному шарі буроземів Чорногори (2057 і 1760 м н.р.м.) виявили польські дослідники [9].

За даними А. Коцовіча [8], у ґрунтах Карконошського національного парку, утворених на висотах 600-1350 м н.р.м. вміст Pb в органогенному горизонті досягав 227 мг/кг (у ґрунтоутворювальних породах – 4-30,3 мг/кг. Загалом, у буроземах парку середній вміст Pb у поверхневому шарі становив 59,2 мг/кг, а в породі – 24,6 мг/кг; у опідзолених ґрунтах відповідно 91,4 і 26,0 мг/кг. Більший вміст Pb у опідзолених ґрунтах пов'язаний із більшим вмістом в них органічної речовини – 668,9 г/кг, тоді як у буроземах – 106,8 г/кг. Встановлено істотну кореляцію між вмістами органічної речовини і Cu та Pb.

Найбільший вміст Pb в органогенних горизонтах гірських ґрунтів – 410-467 мг/кг зафіксовано в Центральній Німеччині [7]. Зауважимо, що проблема забруднення ґрунтів Pb актуальна не тільки для заповідних територій, але й агроекосистем. Так, за даними Івано-Франківського обласного державного проектно-технологічного центру охорони родючості ґрунтів та якості продукції (2005 р.), лише 50,4 % ґрунтів мають фоновий вміст елемента (кларк 10 мг/кг), 46 % слабо забруднені (10,1-20 мг/кг), 3,5 % помірно забруднені (20,1-30 мг/кг) та 0,1 % середньо забруднені (30,1-40 мг/кг). Площа середньо забруднених ґрунтів Pb в області сягає 262, 8 га, з них 108, 9 га у Богородчанському та 153, 9 – Надвірнянському районах. Найбільший вміст Pb спостережено в ґрунтах Калуського, Тисменицького та Надвірнянського районів, де середній вміст елемента – 15,7-16,6 мг/кг, а максимальний – 28,3-30 мг/кг, причому забруднення ґрунтів свинцем збільшується з часом.

Аналізуючи вищенаведений матеріал видно, що у ґрунтах заповідних гірських територій вміст Pb істотно перевищує його рівень у ґрунтах агроекосистем, які підлягають постійному агрохемогенному впливу. Тому буроземи Українських Карпат – унікальний об'єкт для досліджень буферності ґрунтів щодо різних екзо- і ендегенних впливів, зумовлених екстремальними умовами ґрунтоутворення і функціонування та транскордонним перенесенням забрудників із південно-західної Європи. Щорічно в Карпатах з атмосферними опадами випадає 0,62 млн т розчинених мінеральних речовин або 29,9 т / км² (на територію України – 12,1 т / км²), а кислотність атмосферних опадів в ок-

ремих випадках досягає рН 4,0 од. головно за рахунок атмосферних кислотоутворювальників.

Дослідженнями кислотно-основної буферності буроземів Чорногірського масиву Українських Карпат показано, що гірські ґрунти характеризуються дуже низькою і низькою стійкістю до підкислення [1], а їхня кислотність досягає критичних рівнів ($\text{pH} < 4$). Цей факт ще недостатньо оцінили екологи і екотоксикологи, оскільки у досліджуваних буроземах практично виснажені головні буферні системи, зокрема катіонообмінна, і кислотно-основну рівновагу утримують алюмінієвий і ферумовий буфери. За такого низького ступеня кислотності порушується функціонування мікробіоценозу (наприклад нітрифікаційний процес) і посилюються екологічні ризики щодо урухомлення зв'язаних форм металів-токсикантів.

Сьогодні важко прогнозувати інтенсивність розвитку процесу подальшого підкислення гірських ґрунтів та його наслідки, але наявні факти їх низької кислотної буферності та постійне посилення кислотного пресу на ці території у формі кислотних опадів, вилуговування основ, нагромадження у поверхневих шарах ґрунту органічної речовини з високою кислотністю не дає змогу не бачити тут серйозної екологічної проблеми, причому, головно природного походження. У зв'язку з істотним нагромадженням свинцю та інших металів-токсикантів у гірських ґрунтах, а також їхньою високою кислотністю, особливо важливо встановити буферність до важких металів (ВМ).

В основу дослідження покладено методичний підхід, запропонований В.Б Ільїним [3], який ґрунтується на такому: шкода, спричинена забрудником, буде більшою мірою залежати від властивостей ґрунту, головно тих, які впливають на рухомість важких металів і як наслідок – їхню доступність для рослин і здатність до транслокації у суміжні середовища. Чим вищі захисні можливості ґрунту, тим більші кількості ВМ він здатен переводити у малодоступні для кореневої системи і малорухомі сполуки, а це обмежує рух надлишку хімічних елементів трофічним ланцюгом і в довкіллі.

Виходячи з теоретичних і практичних розробок агрохіміків щодо застосування мікроелементів, автор запропонував для оцінювання захисних можливостей ґрунту використати такі показники як вміст гумусу, фізичної глини, півтораоксидів, карбонатів і реакцію середовища (рН). Для кількісної оцінки цих властивостей ґрунту за рангами використані існуючі шкали гумусності ґрунту, існуюча класифікація ґрунтів за гранулометричним складом в певній модифікації автора. Особливу увагу надано реакції середовища, оскільки рухомість одних металів посилюється в кислому середовищі (Zn, Cd, Pb, Cu, Co), а інших (Mo, As) – у лужному.

Варто зауважити, що цей метод бальної оцінки буферності ґрунту отримав схвальну оцінку українських ґрунтознавців [5], які проаналізували інформативність запропонованих показників буферності, встановлених за умов закритої системи ґрунт – розчин, для оцінки бар'єрної функції ґрунтів за нерівноважних умов, зокрема буферної ємності, коефіцієнта буферної ємності, коефіцієнта буферності, потенціальної буферної здатності, відносного показника буферної здатності, методу бальної оцінки буферної здатності і десорбційного способу оцінки стійкості ґрунтів до забруднення. Ми визнали, що

саме бальне оцінювання буферності щодо важких металів є найменш трудомістким із розглянутих і достатньо характеризує буферність ґрунтів.

М.Д. Дашієва також успішно застосувала метод бальної оцінки буферності для нормування вмісту кадмію у ґрунтах Західного Забайкалля [2].

Умови та методика досліджень. Зразки ґрунтів відбирали в альпійському, субальпійському та помірно-холодному поясах північно-східного макросхилу Чорногірського масиву Українських Карпат. Розріз №1 – бурозем гірсько-лучний кислий альпійський глибокий, що закладений на висоті 1920 м н.р.м. Розріз №2 закладений на висоті 1750 м н.р.м., ґрунт – бурозем гірсько-лучний кислий субальпійський. Розріз №3 закладений на висоті 1550 м н.р.м. – бурозем гірсько-лучний кислий субальпійський середньоглеюватий. Розріз №4 закладений на висоті 1400 м н.р.м. – бурозем кислий помірно холодний поверхнево-слабоглеюватий. Розріз №5 закладений на висоті 1250 м н.р.м. – бурозем кислий помірно-холодний глибокий. Розріз №6 закладений на висоті 1000 м н.р.м. – бурозем гірсько-лісовий кислий помірно-холодний глеюватий.

Вміст гумусу у ґрунтах визначали за Тюріним у модифікації Симакова; гранулометричний склад – за Качинським; рН – потенціометрично. Оцінювання буферності ґрунтів до важких металів виконували за В.Б. Ільїним [3].

Результати досліджень та їхнє обговорення. Бальну оцінку буферності буроземів Чорногірського масиву подано в таблиці. Як видно з наведених даних, буферність гумусованої частини профілю бурозему альпійського поясу (Р.1), утвореного на елювії-делювії карпатського флішу з переважанням пісковиків, до кислотомобільних елементів становить 24,3 бала, що відповідає середньому ступеню буферності, а для мобільних у лужному середовищі цей показник більший – 36,8 од, що відповідає підвищеній буферності. Якщо оцінювати внесок кожного компонента буферності у сумарний показник, видно, що головними чинниками впливу є вміст фізичної глини (7,5 бала), гумусу (7,3 бала) і півтораоксидів (7 балів).

Табл. Буферність буроземів Чорногірського масиву щодо важких металів

№ розрізу	Кількість балів, отриманих за рахунок					Сума балів	Ступінь буферності
	гумусу	фізичної глини	вмісту R ₂ O ₃	карбонатності	рН		
Бурозем кислий гірсько-лучний середньо глибокий на елювії-делювії карпатського флішу з переважанням пісковиків							
Р. 1 1920 м н.р.м.	7,3	7,5	7	0	2,5 (15)	24,3 (36,8)	середня (підвищена)
	5,7	6,2	7	0	2,5 (15)	21,4 (33,9)	середня (підвищена)
Бурозем кислий гірсько-лучний середньо глибокий на елювії-делювії карпатського флішу з переважанням аргілітів і алевролітів							
Р. 2 1750 м н.р.м.	5,8	11,7	7	0	2,5 (15)	27 (39,5)	середня (підвищена)
	3,3	14,0	7	0	2,5 (15)	26,8 (39,3)	середня (підвищена)
Бурозем кислий гірсько-лучний середньо глибокий на елювії-делювії карпатського флішу з переважанням пісковиків							

Р. 3 1550 м н.р.м.	5,0	5,0	7	0	2,5 (15)	19,5 (32)	низька (підвищена)
	4,1	5,0	7	0	2,5 (15)	18,6 (31,1)	низька (підвищена)
Дерново-буроземний кислий середньо глибокий на елювії-делювії карпатського флішу з переважанням пісковиків							
Р. 4 1400 м н.р.м.	4,3	10	7	0	2,5 (15)	23,8 (36,3)	середня (підвищена)
	3,4	10	7	0	2,5 (15)	22,9 (35,4)	середня (підвищена)
Бурозем кислий глибокий на елювії-делювії карпатського флішу з переважанням пісковиків							
Р. 5 1250 м н.р.м.	4,6	10	7	0	2,5 (15)	24,1 (36,6)	середня (підвищена)
	3,7	10	7	0	2,5 (15)	23,2 (35,7)	середня (підвищена)
Бурозем кислий середньоглибокий на елювії-делювії карпатського флішу з переважанням аргілітів і алевролітів							
Р. 6 1000 м н.р.м.	4,5	12,5	7	0	2,5 (15)	26,5 (39)	середня (підвищена)
	2,9	12,5	7	0	2,5 (15)	24,9 (37,4)	середня (підвищена)

Роль кислотності у формуванні буферності до важких металів є значно меншою і становить лише 2,5 бала. Це закономірно, оскільки висока кислотність досліджуваного ґрунту сприяє мобілізації металів у ґрунтовий розчин, а не іммобілізації в малорухомі форми, що лежить в основі буферного механізму. Проте, такий високий рівень кислотності істотно впливає на буферні властивості ґрунту щодо металів, які активні у лужному середовищі. Саме за рахунок кислотності ґрунту сумарний показник буферності для таких металів як Мо і As збільшується від 24,3 до 36,8 од.

Про вплив органічної речовини на буферність ґрунту до металів свідчить різниця сумарного показника буферності для гумусованої частини профілю (24,3) і ґрунтового профілю загалом (21,4). Ці дані свідчать, що зменшення кількості балів у разі повнопрофільної оцінки, не вплинуло на ступінь буферності, яка залишилася середньою.

Для ґрунту субальпійського поясу, розвинутого на елювії-делювії карпатського флішу з переважанням аргілітів і алевролітів, характерна дещо більша буферність як до кислотомобільних форм металів – 27 од., так і лужномобільних – 39,5 од., головню за рахунок більшого вмісту дрібнодисперсних часток фізичної глини, що зумовило збільшення кількості балів від 7,5 до 11,7. Стабільність буферності цього бурозему у профілі ґрунту, на фоні зменшення вмісту гумусу, зумовлена збільшенням вмісту фізичної глини. Згідно з запропонованою В.Б. Ільїним градацією, для бурозему субальпійського поясу також характерна середня буферність щодо металів.

Для бурозему кислого гірсько-лучного середньоглибокого на елювії-делювії карпатського флішу з переважанням пісковиків, розташованого також у субальпійському поясі, але на висоті 1550 м н.р.м., властива низька бу-

ферність щодо кислотомобільних металів: сумарний бал становить 19,5 і підвищена (32) щодо лужномобільних. Зниження буферності пов'язано зі зменшенням частки впливу гумусу і фізичної глини.

Для буроземів помірно-холодного поясу (Р. 4-6) буферність для кислотомобільних елементів перебуває на рівні 23,8-26,5 од., причому максимальне значення – 26,5 од. властиве ґрунту, утвореному на елювії-делювії карпатського флішу з переважанням аргілітів і алевролітів. Збільшення сумарного балу буферності, як і для бурозему субальпійського поясу, утвореного на такій самій породі, відбувається за рахунок більшого вмісту фізичної глини.

Отже, для буроземів альпійського, субальпійського і помірно-холодного поясів властивий головно середній ступінь буферності до металів, активних у кислому середовищі (Zn, Cd, Pb, Cu, Co) і підвищений – для металів, мобільних у лужному середовищі (Mo, As). Для ґрунтів, утворених на елювії-делювії карпатського флішу з переважанням аргілітів і алевролітів, буферна здатність щодо зв'язування важких металів більша, порівняно з буроземами, утвореними на елювії-делювії карпатського флішу з переважанням пісковиків.

Література

1. Гамкало М.З. Кисотно-основна буферність ґрунтів Чорногірського масиву Українських Карпат : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук, 2002. – 19 с.
2. Дашиева М.Д. Фитотоксичность и уровень транслокации кадмия в кресс-салат, пшеницу, овес, и нормирование его содержания в почвах Западного Забайкалья : автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. биол. наук. – Улан-Удэ, 2008. – 21 с.
3. Ильин В.Б. Оценка буферности почв по отношению к тяжелым металлам // Агрохимия. – 1995. – № 10. – С. 109-113.
4. Козловський В.І. Важкі метали в екосистемах висотного профілю Чорногори : дис. ... канд. біол. наук, 2002. – 158 с.
5. Мирошніченко Н.Н. Показатели буферности и устойчивости в оценке барьерной функции почв / Н.Н. Мирошніченко, Я.В. Пащенко, А.И. Фатеев // Почвоведение. – 2003. – № 7. – С. 808-817.
6. Ракочий Б.И. Микроэлементы в почвах Карпат : автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук. – Харьков, 1973. – 23 с.
7. Heinrichs H., Mayer R. The role of forest vegetation in the biogeochemical cycle of heavy metals // J. Environment Qual. – 1980. – Vol. 9. – N.1. – P. 11-118.
8. Kocowicz A. Zależność pomiędzy odczynem i kwasowością gleb a zawartością i rozmieszczeniem wybranych metali ciężkich // Zeszyty problemowe postępow nauk rolniczych. – 2002. z. 482. – P. 281-286.
9. Melke J., Chodorowski J., Debicki R. The content of total and DTPA-TEA extracted forms of Zn, Cu, Mn, Pb, Co and Ni in Chornohora (Ukraine) mountain soils // Polish Journal of Soil Science. – 2005. – Vol. XXXVIII/1. – P. 51-60.

УДК 630*182.59

Аспір. О.Б. Шимків¹ – НЛТУ України, м. Львів

СУЧАСНИЙ САНІТАРНИЙ СТАН ДУБОВИХ НАСАДЖЕНЬ ЗЕЛЕНОЇ ЗОНИ ЛЬВОВА

Розглянуто сучасний стан рекреаційно-оздоровчих дубових насаджень, з'ясовано особливості їхнього всихання залежно від лісівничо-таксаційних показників. Встановлено, що дубові деревостани за участю дуба звичайного є ослаблені за санітарним станом і середньо пошкодженими за ступенем деградації їхнього фотосинтетичного апарату. Висока стійкість дуба червоного до впливу чинників антропогенного характеру,

¹ Наук. керівник: доц. В.Г. Мазепа, канд. с.-г. наук – НЛТУ України, м. Львів