

УДК 631.416.9;631.421

**З.З.ЧОМА**, PhD, завідувач лабораторією

**Ж.Й. ЧОМА**, старший науковий співробітник

**Т.М. БОНДАРЧУК**, старший науковий співробітник

Закарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН

## **ОЦІНКА ЧУТЛИВОСТІ ОСНОВНИХ ТИПІВ ҐРУНТІВ ЗАКАРПАТТЯ ВІДНОСНО МІКРОЕЛЕМЕНТНИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

*Досліджені фізико-хімічні властивості основних типів ґрунтів Закарпаття та вивчений їх вплив на рухомість мікроелементів. На основі гранулометричного складу, вмісту гумусу, рН(H<sub>2</sub>O), рН(KCl), кислотно-основних буферних властивостей, ємності катіонного обміну розроблено групування ґрунтів області за ступенем їх чутливості відносно навантаження мікроелементами.*

Ґрунти, мікроелементи, фізико-хімічні властивості, буферність, нормування

**Постановка проблеми.** Згідно Закону України „Про охорону земель” нормування полягає у забезпеченні екологічної та санітарно-гігієнічної безпеки громадян шляхом визначення вимог до якості земель, родючості ґрунтів і допустимого антропогенного навантаження та їх господарського освоєння[1]. Виходячи з визначеної мети нормуванню підлягають всі антропогенні навантаження, що здійснюють вплив на продуктивні та екологічні функції ґрунту[2]. Для їх характеристики використовуються кількісні значення конкретних, простих та інтегральних параметрів, за якими можна оцінити стан ґрунтів[3, 4]. Відносно мікроелементів та важких металів найбільш актуальними завданнями є встановлення таких показників, якими можна кількісно охарактеризувати процеси їх переходу із нерухою форми в рухому і навпаки[5, 6].

Наразі в Україні вміст в ґрунтах хімічних елементів або їх поступлення оцінюється та регламентується гранично допустимими концентраціями[7]. ГДК хімічних елементів – це така їх концентрація, яка не зумовлює негативних екологічних наслідків для їхньої родючості, загального стану довкілля, якості сільськогосподарської продукції та стану здоров'я людини.

Багато дослідників вважають, що існуючі ГДК мікроелементів науково недостатньо обґрунтовані і потребують суттєвих корегувань[8]. Найбільшим недоліком оцінки вмісту металів на основі ГДК відмічають, що він не враховує різноманітність ґрунтів, відмінності в їх властивостях. На основі

ГДК ступінь небезпечності декількох металів оцінюється або за сумарним ефектом, або кожний окремо, а ефекти синергізму та антагонізму при цьому залишаються поза увагою.

В багатьох країнах розроблені такі критерії оцінки забруднення ґрунтів, які диференційовані в залежності від їх основаних фізико-хімічних властивостей, від функціонального призначення земель. Однак, слід зауважити, що нормативи навантаження ґрунтів, критерії оцінки їх стану не імпортуються, розроблені в одній країні або регіоні ГДК не можливо автоматично використовувати в інших. В основних принципах та положеннях щодо допустимого антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив, серед інших підкреслюється, що нормування повинно розроблятися для конкретних природних умов, диференційовано для різних типів ґрунтів, в залежності від їх фізико-хімічних властивостей, відмінностей в мінералогічному і гранулометричному складі, з урахуванням біологічних особливостей сільськогосподарських культур, які вирощуються в даній агрокліматичній зоні[9].

Певні розходження виникають відносно того, що за якими формами металів оцінка навантаження буде більш об'єктивною. Гранично допустимі концентрації розроблені і для валових і для рухомих форм ряду металів. Вважають, що валовий вміст доцільно використовувати як показник потенційної небезпечності важких металів в ґрунті[9]. Вміст рухомих форм металів слід застосувати для характеристики ступеня токсичності. При цьому відомо, що концентрація рухомих форм металів залежить від мінералогічного та гранулометричного складу ґрунту, вмісту в ньому гумусу, його колоїдних та кислотно-основних властивостей[10].

**Мета і завдання.** Метою досліджень були оцінка фізико-хімічних властивостей ґрунтів Закарпаття в контексті рухомості мікроелементів та розробка регіональної градації їх чутливості до мікроелементного навантаження для сільськогосподарських угідь.

**Матеріали і методика досліджень.** Об'єктами досліджень були дернові опідзолені оглеєні, дернові опідзолені, дернові оглеєні та лучні ґрунти низинної агрокліматичної зони, дерново-буроземні, буроземно-підзолисті та з різною глибиною ґрунтового профілю і різним ступенем змитості бурі гірсько-лісові ґрунти. Досліджували перелоги та ґрунти різного сільськогосподарського використання. Вивчали також ґрунти з довготривалих стаціонарних дослідів по вивченню різних систем удобрень сільськогосподарських культур, які закладені в низинній (с. В.Бакта) та гірській (с. Н.Ворота) зонах Закарпаття.

Зразки різних типів ґрунтів були відібрані в ході експедиційних досліджень з глибини орного (0 – 20 см) шару. При відборі ґрунтових зразків керувалися матеріалами „Карта почв Украинской ССР на территорию Закарпатской области” масштабу 1:200000 за 1969 р.

Фізико-хімічні параметри ґрунтів визначали за такими методиками: гумус за методом І.В. Тюріна, гранулометричний і мікроагрегатний склад за методом піпетки в модифікації Качинського, ємність поглинання за методом

Бобко і Аскіназі, рН водної та сольової витяжки за ГОСТ 26423-85, ГОСТ 26490-85.

Визначення кислотно-основних буферних властивостей ґрунту проводили потенціометричним вимірюванням рН ґрунтової суспензії при додаванні кислот або лугів різних концентрацій. Співвідношення ґрунт: розчин 1:2,5. Максимальна концентрація кислоти/лугу в ґрунтовій суспензії складала 12,5 мг-екв на 100 г ґрунту. За результатами вимірювань будували графік залежності рН від зміни концентрацій кислоти/лугу. На основі кривих потенціометричного титрування проводили оцінку буферних властивостей ґрунту.

Дослідження проводились в лабораторії землеробства та агрохімічних аналізів Закарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН.

**Результати досліджень.** Розподіл та мобільність мікроелементів в ґрунті залежать від його наступних властивостей [10]:

- гранулометричний склад;
- вміст та якісний склад органічних речовин;
- реакція середовища (в тому числі наявність карбонатів);
- окисно-відновлювальний потенціал;
- вміст оксидів і гідроксидів;
- особливості металу, тощо.

**Фізико-хімічні властивості ґрунтів Закарпатської області.** Серед фізико-хімічних властивостей ґрунтів, від яких залежить рухомість мікроелементів, вирішальне значення має рН середовища. Мобільність металів в ґрунті дуже виражена в сильно кислому середовищі та практично лінійно зменшується із зростанням рН. Вплив кислотності ґрунту на поглинання металів рослинами виражають через критичне значення рН. Для міді, свинцю, хрому, ртуті та миш'яку критичний рН знаходиться біля 4,0 – 4,5 одиниць, для кобальту, нікелю та цинку він становить 5,0 – 6,0 одиниць, а для кадмію безпечна межа встановлена за рН вище 6,5.

Ґрунтам Закарпатської області генетично притаманна кисла реакція ґрунтового розчину. Згідно агрохімічного обстеження, проведеного Закарпатською філією ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», в області нараховується 191,1 тис. га кислих ґрунтів, що становить 71,4% від загальної обстеженої площі [11]. З них на 89,0 тис. га ґрунти мають дуже сильнокислу та сильнокислу реакцію. У Міжгірському, Великоберезнянському, Тячівському районах кислі ґрунти займають відповідно 91,6; 87,3; 73,9 %. Середньозважений показник рН<sub>КСІ</sub> дев'ятому турі обстеження (2006-2010 роки) становив 5,04.

Досліджувані нами перелогові дернові опідзолені та дерново-середньопідзолисті різного ступеню оглеєності ґрунти низинної зони області характеризуються як середньокислі та слабкокислі, рН<sub>КСІ</sub> яких знаходиться в межах від 4,6 до 5,5 (таблиця 1). На не удобреному варіанті стаціонарного дослідження, який закладений на дерновому опідзоленому оглеєному ґрунті, ступінь кислотності можна віднести до сильнокислового.

Такі значення  $pH_{KCl}$  ґрунту для більшості металів (крім заліза) є критичними з точки зору поглинання їх рослинами. Статистичний аналіз результатів досліджень показав, що в дернових та дернових опідзолених ґрунтах рухомість нікелю, заліза, марганцю та кобальту залежить від їх кислотності. Між величиною  $pH$  та концентраціями рухомих форм Ni ( $r=-0,81$ ), Fe ( $r=-0,75$ ), Mn ( $r=-0,64$ ) та Co ( $r=-0,56$ ) при 5% рівні значущості існує обернений кореляційний зв'язок.

Бурі гірсько-лісові та дерново-буроземні ґрунти гірської агрокліматичної зони виділяються дуже сильно кислою реакцією ґрунтового розчину. Характерний для цих ґрунтів  $pH_{KCl} < 4$ , який практично мало змінюється під дією тривалого сільськогосподарського виробництва. Низькі значення актуальної кислотності супроводжуються високим вмістом гідролітичної кислотності та наявністю обмінної кислотності. З точки зору мобільності дуже низькі значення  $pH$  бурих гірсько-лісових та дерново-буроземних ґрунтів є критичними для всіх металів, розчинність яких зростає з збільшенням кислотності.

Відомо, що актуальна кислотність ґрунту не є постійною величиною, вона може змінюватись навіть під час вегетації рослин. Значні зміни  $pH$  можуть викликати різного роду чинники та/або речовини антропогенного походження, які попадають у ґрунт або вносяться туди цілеспрямовано під час сільськогосподарського виробництва. В зв'язку з тим важливо знати, як може змінюватись кислотно-основна рівновага ґрунту під дією різних факторів. З метою прогнозування можливих змін  $pH$  під дією кислотного або лужного навантаження нами була вивчена  $pH$ -буферність досліджуваних ґрунтів та визначені основні параметри, які характеризують їх кислотно-основну рівновагу.

Для дернових опідзолених глеюватих та оглеєних, а також дерново-буроземних опідзолених глейових ґрунтів низинної агрокліматичної зони характерна середня ступінь буферності як відносно кислот, так і до луку. Кислотно-основна рівновага цих ґрунтів не є стабільною, вона може бути порушена навіть під дією невеликих кислотних та/або лужних навантажень. Значне підвищення буферності для дернових опідзолених ґрунтів спостерігається після їх вапнування, при цьому буферна ємність в кислотному інтервалі збільшується в два рази відносно не вапнованої ділянки.

Лучним ґрунтам низинних районів властива значно вища буферність по всьому діапазону  $pH$  в порівнянні з дерновими ґрунтами. На основі визначених оціночних показників ступінь буферної ємності лучних ґрунтів є високою і в кислотному, і в лужному інтервалах.

Для дерново-буроземних та бурих гірсько-лісових ґрунтів гірської агрокліматичної зони області характерна висока буферна ємність. Названі ґрунти мають високу ступень  $pH$ -буферної здатності по всьому інтервалу  $pH$ , з більш вищими значеннями оціночних параметрів щодо кислотних навантажень.

Таблиця 1. Фізико-хімічні властивості основних типів ґрунтів Закарпаття, які визначають рухомість мікроелементів

Гранулометричний склад	Гумус		рН		Сміність катіонного обміну мг-екв/100 г	Кислотно-основна буферна ємність	
	%	H <sub>2</sub> O	КСІ			в кислотному інтервалі	в лужному інтервалі
Низинна агрокліматична зона							
супіщаний – важкосуглинковий	0,5 – 2,3	5,5 – 7,3	4,3 – 7,0		15,1 – 32,4	43,6 – 86,6	37,2 – 65,6
Передгірська та гірська агрокліматичні зони							
легкосуглинковий – середньосуглинковий	1,5 – 5,1	4,4 – 6,4	3,5 – 5,6		12,3 – 20,7	55,9 – 75,0	55,6 – 70,8

*Примітка: в таблиці наведені межі коливань фізико-хімічних параметрів*

Ємність катіонного обміну ґрунтів Закарпаття коливається в досить широких межах. Дерново-буроземні та бурі гірсько-лісові ґрунти характеризуються низькими значеннями ЄКО. Для перелогу та для ґрунтів з-під пасовища ємність поглинання становить всього 12 мг-екв/100 г. Сільськогосподарське виробництво та використання добрив призводить до збільшення ЄКО до 18 – 20 мг-екв/100 г. Дерновим опідзоленим оглеєним ґрунтам низини властиві вищі значення ємності поглинання в порівнянні з гірськими ґрунтами, величина ЄКО для цих ґрунтів знаходиться в межах від 20 до 32 мг-екв/100 г.

В дернових опідзолених оглеєних та дернових оглеєних ґрунтах вміст гумусу невисокий. В низині вищий вміст органічних речовин спостерігається в лучних ґрунтах. В дерново-буроземних, буроземно-підзолистих та бурих гірсько-лісових ґрунтах гірської агрокліматичної зони вміст органічних речовин вищий. За нашими дослідженнями їх кількість в названих ґрунтах коливається в межах 1,5 – 5,1%.

**Чутливість ґрунтів Закарпатської області до мікроелементних навантажень.** На основі фізико-хімічних властивостей розроблене групування ґрунтів Закарпатської області за ступенем їх чутливості відносно навантаження мікроелементами/важкими металами. При групуванні ґрунтів за основу взяті фізико-хімічні властивості ґрунтів, від яких залежить мобільність металів.

Ґрунти Закарпатської області за їх чутливістю відносно навантаження мікроелементами/важкими металами виокремили в п'ять категорій:

*I категорія.* До першої категорії віднесені дуже сильно кислі ґрунти з  $pH < 4$  і ємністю катіонного обміну в межах 5 – 15 мг-екв/100 г. Ґрунтам цієї групи властива стабільна кислотно-основна рівновага, кислотні або лужні навантаження практично не призводять до зміни їх  $pH$ . На таких ґрунтах добре мігрують Cu, Zn, Pb, Cd, Ni та частково мігрує Cr.

*II категорія.* До другої категорії віднесені сильно- та середньокислі ґрунти з ємністю катіонного обміну в межах 5 – 15 мг-екв/100 г супіщаного, легкосуглинкового та середньо суглинкового гранулометричного складу.

*III категорія.* До третьої категорії віднесені сильно- та середньокислі ґрунти з ємністю катіонного обміну в межах 15 – 25 мг-екв/100 г важкосуглинкового та глинистого гранулометричного складу.

*IV категорія.* До четвертої категорії віднесені ґрунти з підвищеним вмістом органічних речовин та ємністю катіонного обміну в межах 25 – 35 мг-екв/100 г. Таким ґрунтам властива висока кислотно-основна буферна ємність і вони мало чутливі до зміни  $pH$  під дією різного роду навантажень.

*V категорія.* До окремої категорії віднесені ґрунти, які знаходяться в інтенсивному сільськогосподарському використанні. Умовою успішного виробництва є періодичне вапнування, яке кардинально міняє умови міграції пріоритетних мікроелементів/важких металів.

**Висновки.** Згідно Закону України „Про охорону земель” нормуванню підлягають всі антропогенні навантаження, що здійснюють вплив на продуктивні та екологічні функції ґрунту. Відносно мікроелементів

найбільш актуальними завданнями є встановлення таких показників, якими можна кількісно охарактеризувати процеси їх переходу із нерухомої форми в рухому і навпаки.

Ґрунти області в більшості характеризуються як середньоокислі та сильноокислі. Статистичний аналіз результатів досліджень показав, що між величиною рН та концентраціями рухомих форм Ni ( $r=-0,81$ ), Fe ( $r=-0,75$ ), Mn ( $r=-0,64$ ) та Co ( $r=-0,56$ ) при 5% рівні значущості існує обернений кореляційний зв'язок. Значення  $pH_{КСІ} < 4$  бурих гірсько-лісових та дерново-буроземних ґрунтів є критичними для всіх металів, розчинність яких зростає з збільшенням кислотності.

З метою прогнозування можливих змін рН під дією кислотного або лужного навантаження нами визначена рН-буферність ґрунтів області та встановлені основні параметри, які характеризують їх кислотно-основну рівновагу.

Ємність катіонного обміну дернових опідзолених оглеєних ґрунтів низини становить від 20 до 32 мг-екв/100 г, вміст гумусу невисокий.

Дерново-буроземні та бурі гірські-лісові ґрунти характеризуються низькими значеннями ЄКО (12 – 18 мг-екв/100 г), вміст гумусу коливається в межах 1,5 – 5,1%.

На основі фізико-хімічних властивостей розроблене групування і ґрунти Закарпатської області за ступенем їх чутливості відносно навантаження мікроелементами виокремлені в п'ять категорій.

### Бібліографічний список

1. Закон України „Про охорону земель” від 19.06.2003 № 962-IV. Урядовий кур'єр від 06.08.2003, № 144.

2. Концепція екологічного нормування допустимого антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив / За ред. С.А. Балюка, М.І. Ромащенко. Київ. Аграрна наука, 2004. 34 с.

3. Балюк С.А., Мирошниченко Н.Н., Фатеев А.И. Принципы экологического нормирования допустимой антропогенной нагрузки на почвенный покров Украины // Почвоведение. 2008. №12. С.1501-1509.

4. В.Л. Самохвалова, А.І. Фатеев Методологія екологічного нормування вмісту мікроелементів та важких металів у ґрунтах Повідомлення 1. Підходи та базові елементи // Агрохімія і ґрунтознавство, Випуск 77, 2012. С. 33-38.

5. Переломов Л.В., Пинский Д.Л. Имобилизация водорастворимых солей цинка в почве // Агрохимия. 2005. №7. С. 66–72.

6. Минкина Т.М., Пинский Д.Л., Самохин А.П., Статовой А.А. Поглощение меди, цинка и свинца черноземом обыкновенным при моно- и полиэлементном загрязнении // Агрохимия. 2005. №8. С. 58–64.

7. Самохвалова В.Л., Фатеев А.І., Філатов В.П., Горякіна В.М., Самохвалова П.А. Методологія екологічного нормування вмісту мікроелементів та важких металів у ґрунтах. Повідомлення 2. Спосіб встановлення нормативів вмісту хімічних елементів/компонентів у системі

грунт-рослина // Науковий вісник Ужгородського університету Серія Біологія, Випуск 32, 2012. С. 5-11.

8. Ладонин Д.В. Соединения тяжелых металлов в почвах – проблемы и методы изучения//Почвоведение. 2002.№6. С. 682–692.

9. Мірошніченко М.М. Стійкість ґрунту як основа педоекологічного нормування забруднення. Дис.... д-ра біол. наук. Харків, 2005. 405 с.

10. Ильин В.Б. Оценка буферности почв по отношению к тяжелым металлам // Агрохимия. 1995. №10.

11. Фандалюк А.В., Степашук І.С., Мазаєва Л.В. Якість ґрунтів Закарпаття за результатами ІХ туру еколо-агрохімічної паспортизації. Охорона родючості ґрунтів. Випуск 8. Київ, 2012. С. 137-146.

*Одержано редколегією 18.10.2015 р.*

### **З.З. ЧОМА, Ж.Й. ЧОМА, Т.М. БОНДАРЧУК**

#### **ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОЧВ ЗАКАРПАТЬЯ ОТНОСИТЕЛЬНО МИКРОЭЛЕМЕНТНЫХ НАГРУЗОК**

*Исследованы физико-химические свойства основных типов почв Закарпаття и изучено их влияние на подвижность микроэлементов. На основе гранулометрического состава, содержания гумуса, pH(H<sub>2</sub>O), pH(KCl), кислотно-основных буферных свойств, емкости катионного обмена разработана группировка почв области по степени их чувствительности относительно нагрузки микроэлементами.*

### **Z.Z. CHOMA, Z.Y. CHOMA, T.M. BONDARCHUK**

#### **ASSESSMENT OF THE MAIN SOIL TYPES OF TRANS-CARPATIA'S SENSITIVITY TO THE MICROELEMENTS LOADS**

*The physical–chemical characteristics of the main types of soil of Transcarpathia have been investigated and their influence on the microelements mobility has been studied. On the basis of the granulometric texture, the composition of mould humus pH(H<sub>2</sub>O), pH(KCl), acid-basic buffer characteristics, capacity of the cation exchange there has been elaborated the grouping of the region's soils according to the degrees of their sensitivity to the microelements loads.*