

*М.З. Гамкало*

### **КИСЛОТНО-ОСНОВНА РІВНОВАГА БУРОЗЕМІВ ЧОРНОГІРСЬКОГО МАСИВУ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ**

Кислотно-основна рівновага (КОР) є інтегральним показником стану кислотно-основного режиму ґрунтів і характеризує співвідношення процесів кислотного та лужного характеру, відповідно, кислотного і лужного пулу метаболітів, а також їх активність, тобто ступінь дисоціації.

Для буроземів Українських Карпат властивою є кисла реакція середовища, а обмінна кислотність зумовлена, в основному, йонами Al, тоді як органічних кислот в цих ґрунтах нагромаджується мало [4,11].

Дослідження Г. А. Андрущенка [1,2] показали, що органічні кислоти лісової підстилки нейтралізуються основами (Ca, Al, Fe), внаслідок чого реакція підстилкового розчину стає менш кислою, ніж реакція материнської породи. Нейтралізація органічних кислот, що утворюються внаслідок мікробіологічної трансформації органічної речовини, за умов великої зольності підстилки, зменшує кислотну агресивність елюатів органогенних горизонтів, а так як зольність підстилки визначається складом ґрунтоутворюючих порід, які у гірських умовах Карпат характеризуються високою строкатістю, кислотонейтралізуючий вплив підстилок також буде неодинаковим. Це, зокрема, підтверджується різноманітністю буроземів, які розвиваються на елювії-делювії кислих флішевих аргіліто-пісковикових, метаморфічно-кристалічних, вапнякових і лужних вулканічних породах.

При характерному для буроземів низхідному руху води, у формуванні їх КОР

важливе місце займає також вилуговування катіонів (Ca, Mg, Fe, Al), а також їх біологічна акумуляція у підстилці та гумусовому горизонті. При надмірному зволоженні відбувається інтенсивне вилуговування і підкислення буроземів. Інтенсивність промивання ґрунту зростає із збільшенням абсолютної висоти, що призводить до зменшення в ньому органічного і увібраного кальцію з висотою. Підкисленню буроземів також сприяє фульватний характер гумусу, вміст якого у ґрунті з висотою збільшується, внаслідок послаблення його мінералізації. За цих умов, у нижньому і середньому поясах гір, у складі гумусу переважають гумати Кальцію, а у верхніх – фульвати Феруму та Алюмінію [1,2].

Важливий етап у дослідженнях КОР буроземів Українських Карпат належить роботам І.М. Гоголева [7,8]. Запропонований ним процес “протолізу” значно розширив підхід до пізнання причин підкислення буроземів. Він вважав, що йони Гідрогену (протони), які виділяються кореневими системами деревних рослин, безобмінно входять у кристалічні ґратки первинних і вторинних мінералів, які кристалізуються до півтораоксидів і вторинного кварцу. Гоголев також показав, що у бурих гірсько-лісових ґрунтах фульвати переважають над групою гуматів, причому фульвати представлені найбільш агресивними фракціями [8].

Ф. Ф. Топольним [12] встановлено зв'язок кислотності бурих гірсько-лісових ґрунтів із вмістом гумусу, який утворює нерозчинні комплекси з півтораоксидами. Формування обмінної кислотності у гумусових горизонтах він також зв'язує з наявністю рухомого алюмінію.

Нагромадження гуматно-фульватного гумусу, а також процес кислотного гідролізу алюмосилікатів, знаходження Al і Fe у формі вільних сполук, винос Ca за межі ґрунтового профілю є характерними для буроземоутворення. В. І. Канівець також надає особливої ролі у генезі гірських ґрунтів процесам розкладу органічної речовини за участю грибів, які продукують значну кількість органічних кислот [9]. За Канівцем, внаслідок процесу помірного оглинення у кислих ґрунтах і більш посиленого в слабонасичених, у мулі нагромаджуються оксиди Fe та Al, а також K і Mg. Різний хімічний склад мулу, в залежності від характеру процесу буроземоутворення, може суттєво впливати на його хімічну активність і, відповідно, буферну здатність щодо кислотного впливу.

КОР буроземів зв'язана також із гранулометричним складом ґрунту, зокрема, із вмістом його найбільш хімічно-активного компоненту - мулу. Так, для схилих поверхонь, внаслідок бокового стоку, на контакті з породою відбувається нагромадження мулистої фракції [6], що може розглядатися як один із факторів нейтралізації ґрунтової кислотності.

Нами експериментально доведено, що основними чинниками кислотно-основної буферності ґрунтів південно-західного схилу Чорногірського масиву є вміст в них фракції мулу, а також рухомого алюмінію [5].

Враховуючи недостатність, а іноді суперечливість інформації про фізико-хімічні властивості буроземів Українських Карпат, метою досліджень було вивчення особливостей їх кислотно-основної рівноваги та механізмів її підтримки. Для цього було закладено 22 ґрунтових розрізи в альпійському, субальпійському і помірно-холодному поясах північно-східного макросхилу Чорногірського масиву. В зразках ґрунту визначали показники активної ( $pH_{вод}$ ) і обмінної кислотностей ( $pH_{сол}$ ) (потенціометричним методом), кислотно-основну буферність (модифікованим методом Арреніуса із використанням програмного забезпечення, розробленого в

Інституті ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського УААН під керівництвом члена - кореспондента УААН, проф. Трускавецького Р.С.), вміст обмінних Al та H (за А.Соколовим, 1960), загальний гумус (методом Тюріна в модифікації Нікітіна), ввібрані Ca та Mg (комплексометричним методом), гранулометричний склад (за Качинським).

У буроземі гірсько-лучному, сформованому в умовах альпійського поясу (табл.1), найбільш підкисленим є верхній (HoNd) горизонт, що пояснюється високим вмістом рухомого алюмінію. Максимальне підкислення верхнього горизонту ґрунту зумовлено також, на функціональному рівні, його низькою буферністю до кислотного впливу. Для оцінки стану кислотності ґрунту важливим є неоднозначність профільних змін (рис.1,а) активної і обмінної кислотностей, яка характеризується різницею ( $\Delta pH$ ) між показниками  $pH_{вод}$  і  $pH_{сол}$ . Максимальні значення  $\Delta pH$  характерні для горизонтів HoNd та Hp і складають відповідно 0,94 і 0,99 од, а мінімальні – Hd і H<sub>1</sub> – 0,58 і 0,52 од, для яких властивий найвищий вміст фракції дрібного пилю (табл.2), за рахунок якої, зменшується вбирна здатність цих верств ґрунту, щодо йонів Гідрогену.

Профіль активної кислотності бурозему субальпійського поясу (рис.1,б) подібний до бурозему альпійського, але за її величиною, ґрунт є більш кислим (на 0,17-0,60 од), причому, найбільш виражено кислотність збільшується у нижніх горизонтах (PH і Ph). Однією із причин підвищеної активної та обмінної кислотностей бурозему субальпійського є більша кислотність (на 0,31 од  $pH_{вод}$  і 0,22 од  $pH_{сол}$ ) його ґрунтоутворюючої породи.

Таблиця 1  
(північно-східний макросхил)

Фізико – хімічні властивості ґрунтів Чорногірського масиву

| Генетичні горизонти                                            | Глибина відбору зразків, см | pH <sub>вод</sub> од | pH <sub>сол</sub> од | Буферність, умовн. од. |       | Al <sup>3+</sup> , мг/100 г | H <sup>+</sup> , мг/100 г | Вміст гумусу, % | Обмінні          |                  |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------|------------------|
|                                                                |                             |                      |                      | кислотна               | лужна |                             |                           |                 | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> |
|                                                                |                             |                      |                      |                        |       |                             |                           |                 | мекв/100 г       |                  |
| Бурозем гірсько-лучний кислий альпійський (1920 м над р.м.)    |                             |                      |                      |                        |       |                             |                           |                 |                  |                  |
| HoHd                                                           | 7-12                        | 4,26                 | 3,32                 | 13,20                  | 78,03 | 64,8                        | 0,3                       | 11,7            | 6,0              | 2,8              |
| Hd                                                             | 12-20                       | 4,47                 | 3,89                 | 18,37                  | 68,12 | 51,3                        | 0,2                       | 8,6             | 4,8              | 2,4              |
| H <sub>1</sub>                                                 | 20-30                       | 4,58                 | 4,06                 | 19,08                  | 60,40 | 37,4                        | 0,15                      | 7,0             | 5,2              | 1,6              |
| H <sub>2</sub>                                                 | 30-38                       | 4,94                 | 4,12                 | 22,04                  | 54,97 | 26,6                        | 0,14                      | 6,1             | 4,8              | 3,2              |
| Hp                                                             | 38-53                       | 5,21                 | 4,22                 | 23,60                  | 57,52 | 24,3                        | 0,1                       | 5,8             | 2,8              | 2,4              |
| PH                                                             | 53-88                       | 5,00                 | 4,33                 | 23,26                  | 43,97 | 19,4                        | 0,04                      | 4,2             | 4,4              | 3,6              |
| Ph                                                             | 88-100                      | 5,10                 | 4,29                 | 20,48                  | 34,07 | 13,0                        | 0,04                      | 1,6             | 4,4              | 2,8              |
| Бурозем гірсько-лучний кислий субальпійський (1740 м над р.м.) |                             |                      |                      |                        |       |                             |                           |                 |                  |                  |
| HoHd                                                           | 6-9                         | 4,09                 | 3,27                 | 13,93                  | 84,15 | 94,50                       | 0,2                       | 8,2             | 6,0              | 5,2              |
| Hdgl                                                           | 9-20                        | 4,20                 | 3,68                 | 14,18                  | 72,04 | 96,75                       | 0,15                      | 6,8             | 4,8              | 3,2              |
| H                                                              | 21-35                       | 4,84                 | 3,92                 | 15,82                  | 61,35 | 88,65                       | 0,05                      | 3,7             | 6,8              | 4,0              |
| HP                                                             | 35-50                       | 4,65                 | 4,00                 | 19,06                  | 54,27 | 78,66                       | 0,06                      | 2,1             | 4,0              | 3,6              |

|                                                                  |        |      |      |       |       |       |      |      |     |     |
|------------------------------------------------------------------|--------|------|------|-------|-------|-------|------|------|-----|-----|
| PH                                                               | 50-64  | 4,65 | 4,17 | 20,56 | 48,32 | 69,75 | 0,05 | 1,1  | 4,8 | 4,0 |
| Ph                                                               | 64-97  | 4,61 | 4,10 | 20,12 | 52,61 | 95,13 | 0,03 | 1,1  | 4,4 | 3,6 |
| P(h)                                                             | 97-110 | 4,79 | 4,07 | 16,47 | 50,85 | 112,1 | 0,05 | 0,7  | 4,4 | 3,6 |
| Бурозем гірськолісовий кислий помірно-холодний (1250 м над р.м.) |        |      |      |       |       |       |      |      |     |     |
| Hd                                                               | 4-14   | 4,56 | 3,70 | 16,75 | 65,84 | 53,10 | 0,1  | 7,0  | 5,2 | 2,8 |
| H <sub>1</sub>                                                   | 14-22  | 5,00 | 4,08 | 20,49 | 51,12 | 30,96 | 0,06 | 4,5  | 4,4 | 4,0 |
| H <sub>2</sub>                                                   | 22-32  | 4,73 | 4,19 | 22,19 | 51,76 | 24,75 | 0,05 | 3,4  | 4,8 | 3,2 |
| HP                                                               | 32-53  | 5,09 | 4,27 | 23,24 | 38,68 | 19,53 | 0,03 | 2,6  | 5,6 | 3,6 |
| PH                                                               | 53-80  | 5,23 | 4,38 | 22,68 | 43,28 | 15,39 | 0,04 | 1,7  | 5,6 | 2,4 |
| Ph                                                               | 80-97  | 5,22 | 4,37 | 25,49 | 30,29 | 14,13 | 0,03 | 1,6  | 5,6 | 2,0 |
| P(h)                                                             | 97-110 | 5,15 | 4,35 | 23,61 | 31,96 | 13,23 | 0,03 | 1,6  | 5,2 | 2,4 |
| Бурозем гірськолісовий кислий помірно-холодний (1050 м над р.м.) |        |      |      |       |       |       |      |      |     |     |
| Hd                                                               | 3-14   | 4,57 | 3,66 | 13,78 | 64,69 | 91,80 | 0,2  | 6,8  | 7,6 | 3,2 |
| H                                                                | 14-32  | 5,03 | 3,92 | 19,48 | 56,15 | 73,89 | 0,09 | 2,64 | 6,0 | 4,0 |
| HP                                                               | 32-45  | 5,07 | 4,07 | 17,56 | 43,91 | 67,86 | 0,06 | 2,1  | 8,0 | 4,0 |
| HP(i)                                                            | 45-62  | 5,38 | 4,04 | 25,24 | 32,76 | 73,22 | 0,06 | 1,3  | 8,0 | 4,8 |
| Phgl                                                             | 62-76  | 4,87 | 3,99 | 11,48 | 37,27 | 77,67 | 0,07 | 1,0  | 6,8 | 3,2 |
| P(h)                                                             | 77-87  | 5,05 | 3,96 | 12,80 | 44,14 | 81,18 | 0,08 | 1,0  | 6,8 | 5,6 |

Таблиця 2  
Гранулометричний склад ґрунтів Чорногірського масиву (північно-східний макросхил)

| Генетичні<br>горизонти                                        | Глибина відбору<br>зразків, см | Гігроскопічна волога, % | Розмір частинок в мм, кількість в % |               |               |      |                |                 | Сума<br>частинок<br><0,01 мм |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|------|----------------|-----------------|------------------------------|
|                                                               |                                |                         | фізичний пісок                      |               | фізична глина |      |                |                 |                              |
|                                                               |                                |                         | пісок                               |               | пил           |      | мул            |                 |                              |
|                                                               |                                |                         | 1-0,25                              | 0,25-<br>0,05 | 0,05-0,01     |      | 0,01-<br>0,005 | 0,005-<br>0,001 |                              |
| Бурозем гірсько-лучний кислий альпійський легкосуглинковий    |                                |                         |                                     |               |               |      |                |                 |                              |
| HoHd                                                          | 7-12                           | 1,7                     | 17,0                                | 41,0          | 16,8          | 14,4 | 4,8            | 6,0             | 25,2                         |
| Hd                                                            | 12-20                          | 1,5                     | 14,4                                | 49,6          | 10,8          | 6,4  | 12,0           | 6,8             | 25,2                         |
| H <sub>1</sub>                                                | 20-30                          | 1,3                     | 18,9                                | 47,5          | 12,8          | 3,2  | 11,6           | 6,0             | 20,8                         |
| H <sub>2</sub>                                                | 30-38                          | 1,2                     | 23,6                                | 43,6          | 12,8          | 7,6  | 4,8            | 7,6             | 20,0                         |
| HP                                                            | 38-53                          | 1,5                     | 24,3                                | 42,9          | 13,6          | 7,6  | 5,2            | 6,4             | 19,2                         |
| PH                                                            | 53-88                          | 1,0                     | 35,5                                | 40,1          | 12,0          | 7,6  | 2,4            | 2,4             | 12,4                         |
| Ph                                                            | 88-100                         | 0,5                     | 34,9                                | 51,1          | 6,4           | 0,8  | 1,6            | 5,2             | 7,6                          |
| Бурозем гірсько-лучний кислий субальпійський важкосуглинковий |                                |                         |                                     |               |               |      |                |                 |                              |
| HoHd                                                          | 6-9                            | 3,5                     | 2,1                                 | 22,7          | 32,8          | 17,6 | 16,8           | 8,0             | 42,6                         |
| Hdgl                                                          | 9-20                           | 3,0                     | 3,6                                 | 31,2          | 28,0          | 12,8 | 11,2           | 13,2            | 37,2                         |
| H                                                             | 21-35                          | 3,5                     | 3,2                                 | 31,6          | 22,4          | 11,6 | 20,8           | 10,4            | 42,8                         |
| HP                                                            | 35-50                          | 3,7                     | 3,1                                 | 29,8          | 21,9          | 12,3 | 21,4           | 11,5            | 45,2                         |
| PH                                                            | 50-64                          | 4,0                     | 3,7                                 | 21,1          | 19,2          | 14,8 | 23,2           | 18,0            | 56,0                         |
| Ph                                                            | 64-97                          | 4,5                     | 1,4                                 | 17,4          | 20,0          | 13,6 | 22,0           | 25,6            | 61,2                         |

|                                                                 |        |     |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------------------|--------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| P(h)                                                            | 97-110 | 4,0 | 0,9  | 19,1 | 25,2 | 12,8 | 17,6 | 24,4 | 54,8 |
| Бурозем гірськолісовий кислий помірно-холодний легкосуглинковий |        |     |      |      |      |      |      |      |      |
| Hd                                                              | 4-14   | 1,5 | 8,5  | 41,9 | 24,8 | 10,0 | 13,2 | 1,6  | 24,8 |
| H <sub>1</sub>                                                  | 14-22  | 1,5 | 4,3  | 40,5 | 26,8 | 10,0 | 11,2 | 7,2  | 28,4 |
| H <sub>2</sub>                                                  | 22-32  | 1,9 | 4,5  | 47,1 | 14,8 | 12,4 | 15,6 | 5,6  | 33,6 |
| Hp                                                              | 32-53  | 1,5 | 12,9 | 43,9 | 18,0 | 6,8  | 13,2 | 5,2  | 25,2 |
| PH                                                              | 53-80  | 1,2 | 15,5 | 38,5 | 21,6 | 7,2  | 12,4 | 4,8  | 24,4 |
| Ph                                                              | 80-97  | 1,2 | 13,3 | 41,9 | 21,2 | 7,2  | 7,6  | 8,8  | 23,6 |
| P                                                               | 97-110 | 1,2 | 15,8 | 39,4 | 19,2 | 8,4  | 12,4 | 4,8  | 25,6 |
| Бурозем гірськолісовий кислий помірно-холодний важкосуглинковий |        |     |      |      |      |      |      |      |      |
| Hd                                                              | 3-14   | 2,2 | 5,8  | 30,6 | 25,2 | 8,4  | 17,6 | 12,4 | 38,4 |
| H                                                               | 14-32  | 2,7 | 8,4  | 31,2 | 17,2 | 11,2 | 15,6 | 16,4 | 43,2 |
| Hp                                                              | 32-45  | 2,8 | 4,5  | 29,5 | 20,8 | 11,6 | 20,8 | 12,8 | 45,2 |
| HP(i)                                                           | 45-62  | 2,8 | 6,1  | 28,3 | 20,0 | 10,8 | 20,0 | 14,8 | 45,6 |
| PHgl                                                            | 62-76  | 2,9 | 6,6  | 28,2 | 22,8 | 9,2  | 19,6 | 13,6 | 42,4 |
| P                                                               | 77-87  | 3,5 | 6,7  | 30,5 | 10,8 | 18,0 | 22,4 | 11,6 | 52,0 |

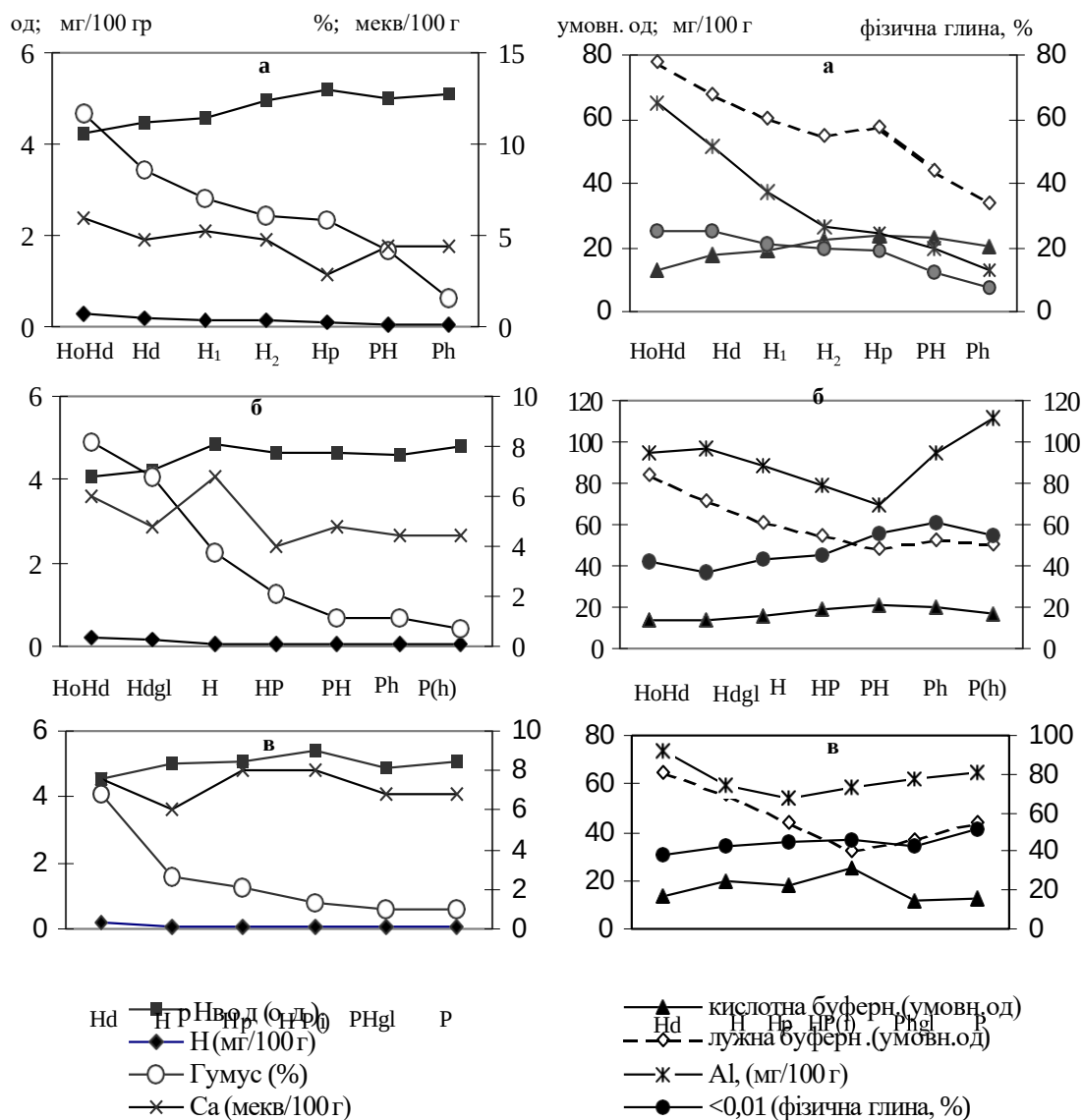


Рис. 1. Зміни фізико-хімічних показників буроземів: а-альпійського; б-субальпійського; в-помірно-холодного поясів.

Проте, причини різкої ацидифікації нижнього перехідного горизонту вимагають подальшого вивчення. Підкислення бурозему субальпійського є також наслідком меншої кислотної буферності ґрунту. У профілі бурозему субальпійського також спостерігається неоднаковий характер змін показників активної і обмінної кислотностей, що засвідчує різну ємність вбирання йонів Гідрогену горизонтами ґрунту. Причому, як і у бурозема альпійського поясу, найменша вбирна здатність виявляється у горизонті Hdgl, а також у РН і Ph.

У буроземі субальпійському показник активної кислотності ґрунту змінюється подібно до вмісту обмінного Гідрогену, гумусу, а також лужної буферності. Підвищений рівень кислотності бурозему субальпійського може бути зв'язаний із зростанням вмісту фракції фізичної глини, в т.ч. і мулу. Не виявлено зв'язку між активною кислотністю ґрунту і вмістом рухомого алюмінію.

Для буроземів гірськолісових помірно-холодного поясу зберігається закономірність підкислення верхнього горизонту ґрунту, але менш вираженого у порівнянні до ґрунтів альпійського і субальпійського поясів. У профілі ґрунту (рис.1,в) спостерігається залежність змін величини активної кислотності від вмісту рухомого алюмінію, обмінного Гідрогену, гумусу. Зростання вмісту обмінного Кальцію до 6-9 мекв/100 г ґрунту призводить до зменшення активної кислотності на 0,3-0,5 од рН. Зміни активної кислотності також залежать від гранулометричного складу ґрунту, особливо, фракцій мулу та середнього (0,01-0,005 мм) і дрібного (0,005-0,001 мм) пилу.

У буроземі гірськолісовому помірно-холодного поясу, розташованому на висоті 1050 м над р.м., зростає різниця між показниками активної і обмінної кислотностей. Якщо показник  $\Delta pH$  для бурозему, який знаходиться на висоті 1250 м над р.м., змінювався у профілі ґрунту від 0,54 до 0,92 од, то для бурозему, нижче розташованому, відповідно 0,91-1,34 од, що характеризує значно більшу його вбирну здатність до йонів Гідрогену. Така відмінність пояснюється різним вмістом фізичної глини, який збільшується вниз по схилу. За цих умов, найбільша подібність змін у профілі ґрунту існує між показником активної кислотності та вмістом обмінного Гідрогену, рухомого алюмінію, гумусу, а також величинами кислотної та лужної буферності (рис.1, в).

Акумуляція у буроземі субальпійському рухомого Al, обмінних Ca та Mg, фракцій мулу, дрібного піску та фізичної глини відбувається, можливо, за рахунок їх переносу із вище розташованої по схилу біогеоценотичної системи альпійського поясу (рис.2). Транзитний вплив продуктів обміну букових криволіс на ялицеві біогеоценози Аджарії раніше встановлений Урушадзе Т. Ф., та Кірвалідзе Р. І. [13]

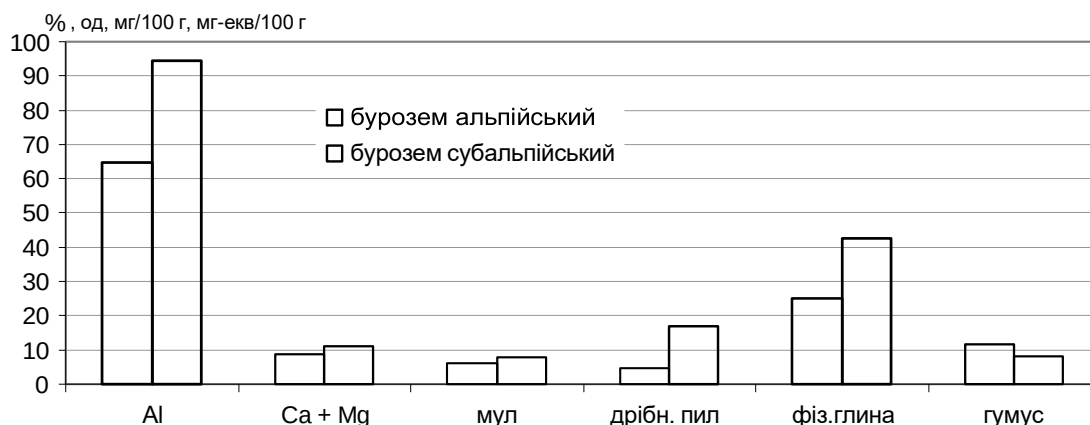


Рис.2. Вплив транзитного переносу продуктів обміну на фізико-хімічні властивості буроземів Чорногірського масиву

Отже, кислотно-основна рівновага буроземів північно-східного схилу Чорногірського масиву формується під впливом ряду факторів, найбільш важливими серед яких є вміст рухомого алюмінію, обмінного Гідрогену та гумусу. Вплив гранулометричного складу ґрунту на КОР досліджуваних буроземів є менш вираженим. Зокрема, зменшення впливу фракції мулу на кислотно-основні властивості ґрунтів, можливо, пояснюється особливостями його хімічного складу і, відповідно, реакційною здатністю. На хімічну активність мулу, крім хімічної природи його поверхні, впливають фізична природа і площа поверхні, яка зумовлена формою мулистих частинок [3]. Значна кислотність досліджуваних буроземів, а також їх строкатість у цьому відношенні, можливо, впливає на процеси трансформації глинистих мінералів, як це спостерігається при обробці фракцій мулу і дрібного пилу модельними кислотними опадами [10]. В зв'язку з цим необхідний також детальний аналіз впливу ґрунтоутворюючих порід, а також кислотності ґрунтового середовища на мінералогічний і хімічний склад мулистої фракції буроземів, її фізичні властивості (набухання), що передбачено подальшими дослідженнями механізмів формування КОР ґрунтів Українських Карпат.

1. Андрущенко Г.А. Некоторые данные к познанию процесса образования и условий плодородия почв на полонинах Советских Карпат. - Львов: Научные зап. Львов.с.-х. ун-та., т. IV, 1954.;
2. Андрущенко Г.А. Ґрунти Карпатських гір і прилеглих територій // Метод. крупномасшт. дослідж. ґрунтів колгоспів і радгоспів УРСР. - Харків.: Держсільгоспвидав УРСР, 1958. - ч.2. - С. 188 – 256;
3. Барбер С.А. Биологическая доступность питательных веществ в почве. - М.: ВО Агропромиздат, 1988. - 376с.;
4. Вернандер Н.Б. О бурых лесных и близких к ним почвах. - К.: Труды Укр. НИИ Соцземледелия, т.VI, 1951;
5. Гамкало М.З. Особливості кислотно-лужної рівноваги ґрунтів Карпатського біосферного заповідника. - Львів.: Вісник Львів ун-ту, в.23, 1998. - С. 272 – 276;
6. Герасимова М.И. Особенности почвенного покрова и почв Восточного склона Карпат и Предкарпатья. - М., 1961;
7. Гоголев И.Н. Путеводитель экскурсии Всесоюзного совещания по генезису, классификации и сельскохозяйственной типологии почв Сов.Карпат и прилегающих территорий. - Львов: изд-во Львов. ун-та, 1963. - 61 с.;
8. Гоголев И.Н. Бурые горно-лесные почвы Сов. Карпат: Автореф. дис. ... докт. сельхоз. наук. - М., 1965. - 39 с.;
9. Канивец В.И. Буроземы в горно-луговом поясе Украинских Карпат и вопросы генезиса почв буроземного типа. - Почвоведение, 1980. - №8. - С.108-117;
10. Козлова Н.О., Дронова Т.Я., Соколова Т.А. О буферных реакциях при взаимодействии тонкодисперсных фракций подзолистых почв с кислыми осадками. - Почвоведение, 1999. - №6. - С. 721-726;
11. Пастернак П.С. Лісові ґрунти Українських Карпат. - Ужгород: Карпати, 1967. - 169 с.
12. Топольный Ф.Ф. К природе кислотности бурых горно-лесных и горно-луговых почв Карпат. - Почвоведение, 1976. - №9.- С.112-116;
13. Урушадзе Т.Ф., Кирвалидзе. Экологические особенности горных почв. - Проблемы почвоведения: Советские почвоведы к XIV Международному конгрессу почвоведов. - М.: Наука, 1990. - 270 с.