

Біогеохімічна оцінка гірських порід Нікопольського марганцеворудного родовища після їх фітомеліорації

М.М. Харитонов, доктор сільськогосподарських наук

М.Г. Бабенко, кандидат сільськогосподарських наук,

Н.А. Торхова, старший викладач,

О.О. Гаврюшенко, аспірант

Доведено, що в разі аграрного напрямку використання рекультивовані землі потребують оцінки на екологічну безпечність та відповідність вмісту мікроелементів біотичним нормам годівлі сільськогосподарських тварин. Виявлено, що вегетативна маса пшениці у фазі куцнення, вирощена на червоно-бурій і сіро-зеленій глинах, була на 50 % більше забезпечена цинком і хромом стосовно біотичних норм. Найбільший винос марганцю з вегетативною масою гороху та кукурудзи зафіксовано на темно-сірій глині.

Визначення перспектив використання гірських порід як полімінеральних субстратів потребує виявлення параметричних критеріїв оцінки стану літоземів як слідів минулих біосфер [1, 2]. Зокрема, дуже важливо було з'ясувати особливості у зміні фізико-хімічних властивостей гірських порід після того, як вони опиняються на земній поверхні внаслідок видобутку корисних копалин. Зазвичай, перевага для вибору виду гірської породи для проходження тривалого етапу фітомеліорації віддавалася тому субстрату, який мав кращі фізичні, мінералогічні та агрохімічні характеристики [3, 4]. Вивчення безпосереднього резерву гірських порід у відношенні до мікроелементів диктується певними обставинами. Підвищений рівень рухомих форм мікроелементів у гірській породі може обмежувати вибір сільськогосподарських культур для рекультивації за коефіцієнтом біологічного накопичення важких металів. Отже, гірська порода розцінюється як перспективна для використання протягом подовженої фази фітомеліорації не тільки тому, що має кращі фізичні, мінералогічні та агрохімічні характеристики, але є й екологічно безпечною для отримання сільськогосподарської продукції. Справа не тільки в безпечності, а й у відповідності вмісту мікроелементів, встановлених у балансових дослідах, біотичним нормам годівлі сільськогосподарських тварин [5], якщо рекультивовані землі перейдуть знову підприємствам з аграрним напрямом господарювання. Іншими словами, потрібний довготерміновий прогноз поведінки мікроелементів у процесі змін окисно-відновлювального стану розкритих гірських порід після виносу їх на земну поверхню. Для того щоб відповісти на ці запитання, необхідно провести комплекс багаторічних лабораторних та польових досліджень. Організація таких досліджень була обумовлена декількома чинниками. Дуже важливим є питання аналізу змін

окисно-відновлювальних властивостей гірських порід після того, як вони потрапляють на земну поверхню у процесі видобутку корисних копалин. Надалі необхідна оцінка формування “молодих” ґрунтів у процесі тривалої фітомеліорації гірських порід.

Методика проведення досліджень. У багаторічному вегетаційному досліді були використані ґрунтова маса чорнозему південного (ЧП – І) та субстрати різновікових розкритих гірських порід Запорізького кар’єру Нікопольського марганцеворудного родовища (МРР). Гірські породи представлені лесоподібними і червоно-бурими суглинками (ЛС, ЧБС), червоно-бурими і сіро-зеленими мергелістими, темно-сірими та зеленими безкарбонатними глинами (відповідно ЧБГ, СЗГ, ТСГ, ЗБГ). Досліди були закладені просто неба в капронових вегетаційних посудинах з піддоном, місткістю 5 кг сухого ґрунту та порід. Повторність дослідів триразова. Вологість у посудинах 60–80 % ГПВ. Чергування культур: перші два роки – люцерна, потім – “пар”, ячмінь, горох і ячмінь (як проміжна культура), кукурудза. У багаторічних польових дослідах вивчали вплив деяких заходів підвищення продуктивності рекультивованих земель (парування, фітомеліорація тощо), які були представлені насипним шаром чорнозему південного, лесоподібними суглинками, червоно-бурими та сіро-зеленими глинами. Вивчення вмісту легко- та важкодоступних форм макро- та мікроелементів пов’язане з необхідністю оцінки буферної ємності розкритих гірських порід після винесення їх на земну поверхню і включення у процес біологічного колообігу речовин внаслідок їх тривалої фітомеліорації. Для оцінки вмісту легко- та важкодоступних форм деяких мікроелементів (Cu, Zn, Mn), за методикою А.І. Котені [6], послідовно вимивали оцінювану гірську породу дистильованою водою (фракція № 1), амонійно-ацетатним буфером з рН 4,8 (фракція № 2) і 2 н розчином азотної кислоти (фракція № 3). Одержані дані порівнювали з даними аналізу за традиційним підходом – отримання разових витяжок (амонійно-ацетатної та азотнокислої). Вміст мікроелементів у пробах ґрунту, гірських порід та рослинних зразках визначали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії на приладах С-302 та Сатурн-3.

Результати досліджень та їх обговорення. Визначення фізико-хімічних та біологічних властивостей фітомеліорованих гірських порід дає можливість визначитися з основними параметрами родючості літоземів. Це стосується і співвідношення окиснення і відновлення у процесі вивітрювання розкритих гірських порід і змін у буферній ємності літоземів і т.ін. Відомо, що колір гірської породи є найбільш характерною ознакою змін, які у процесі вивітрювання відбилися на її фізико-хімічних властивостях [7]. Червоні та коричневі кольори відвалів свідчать про окиснення геологічного матеріалу, який певною мірою пройшов процес вилуговування [8]. Гірські породи сірого кольору внаслідок відсутності процесів окиснення та вилуговування мають значні відмінності в концентрації двох форм заліза порівняно із зональними ґрунтами (рис. 1). Установлено, що вміст закисної форми заліза в сіро-зеленій глині майже на порядок більше, ніж у чорноземі південному.

Традиційно для оцінки забезпеченості ґрунтів мікроелементами

використовують три–чотири агрохімічні витяжки: водну, амонійно-ацетатну, соляно- та азотнокислу. Водна витяжка дозволяє зробити прогноз щодо міграції мікроелементів унаслідок їх вимивання з дощем, талими водами або у процесі зрошення. Амонійно-ацетатна витяжка (рН 4,8) допомагає оцінити дію корневих виділень рослин.

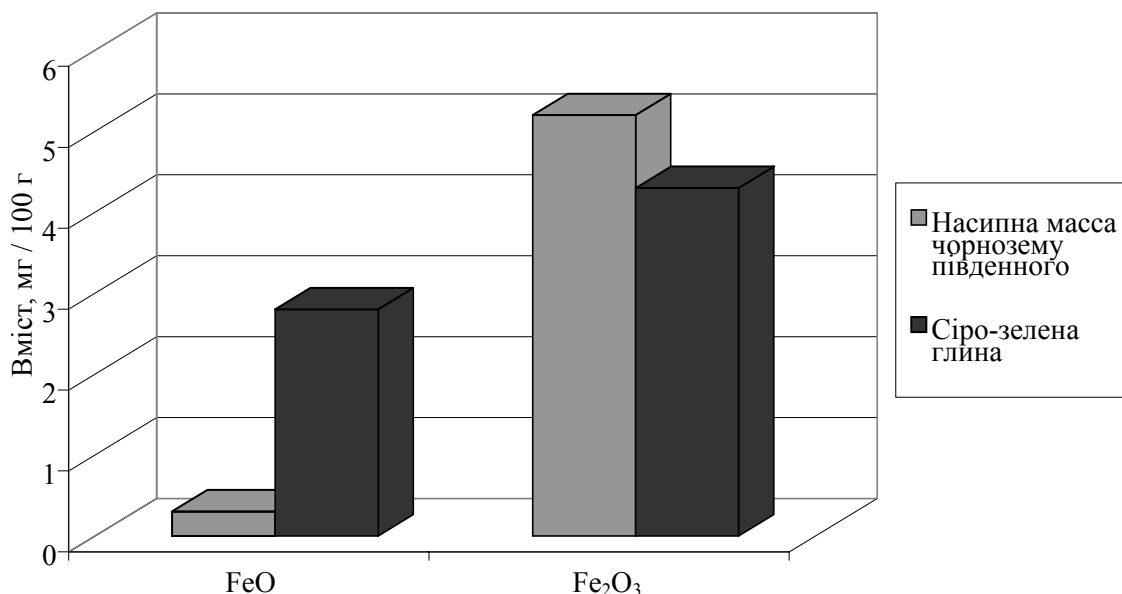


Рис. 1. Вміст закисної та окисної форм заліза у чорноземі південному та сіро-зеленій глині

Нарешті, кислотна витяжка надає приблизну оцінку важкодоступних форм мікроелементів у ґрунтах. У дослідженнях зроблена спроба перенести ці методичні підходи на фітомеліоровані гірські породи. Отримані дані дозволяють провести порівняльну оцінку доступності різних форм мікроелементів у гірських породах (табл. 1).

1. Вміст Mn, Zn та Cu залежно від способу їх екстрагування з гірської породи, мг/кг

| Спосіб екстрагування | Марганець | Цинк | Мідь |
|---|-----------|------|------|
| Лесоподібний суглинок | | | |
| Фракція № 2 | 21,0 | 3,8 | Сл. |
| Буферна витяжка, рН 4,8 | 21,0 | 12,2 | 0,9 |
| Фракція № 3 | 275,0 | 22,5 | 12,0 |
| Азотнокисла витяжка, 2 н HNO ₃ | 925,0 | 26,3 | 14,0 |
| Червоно-бура глина | | | |
| Фракція № 2 | 17,0 | 7,8 | Сл. |
| Буферна витяжка, рН 4,8 | 20,5 | 17,0 | 0,6 |
| Фракція № 3 | 475,0 | 55,0 | 19,0 |
| Азотнокисла витяжка, 2 н HNO ₃ | 562,0 | 77,5 | 24,5 |
| Сіро-зелена мергелиста глина | | | |
| Фракція № 2 | 5,0 | 3,9 | Сл. |
| Буферна витяжка, рН 4,8 | 6,1 | 6,5 | 0,6 |

| | | | |
|---|-------|------|------|
| Фракція № 3 | 100,0 | 26,2 | 14,5 |
| Азотнокисла витяжка, 2 н HNO ₃ | 188,0 | 47,5 | 20,0 |

Найбільша різниця у вмісті цинку і міді між фракцією № 2 та амонійно-ацетатною витяжкою зареєстрована в лесоподібному суглинку. Порівняння даних фракції № 3 та азотнокислої витяжки виявило найбільші відмінності в сіро-зеленій глині (табл. 2).

2. Винос Cu, Zn, Mn з вегетативною масою гороху та кукурудзи, вирощених на гірських породах Нікопольського МРБ і чорноземі південному, мг/посудину

| Ґрунт, гірська порода | Горох | | | Кукурудза | | |
|------------------------------|-------|------|------|-----------|------|------|
| | Cu | Zn | Mn | Cu | Zn | Mn |
| Чорнозем південний | 0,34 | 1,30 | 1,03 | 2,21 | 2,94 | 1,70 |
| Лесоподібний суглинок | 0,36 | 1,17 | 1,03 | 0,76 | 1,53 | 1,83 |
| Червоно-бурий суглинок | 0,38 | 1,45 | 1,15 | 0,59 | 2,07 | 1,00 |
| Червоно-бура глина | 0,18 | 0,70 | 0,5 | 0,67 | 1,84 | 1,32 |
| Сіро-зелена мергелиста глина | 0,44 | 1,56 | 0,45 | 0,91 | 2,62 | 1,48 |
| Темно-сіра глина | 0,33 | 0,90 | 1,43 | 0,80 | 2,24 | 5,26 |
| Зелена безкарбонатна глина | 0,47 | 1,61 | 0,64 | 0,94 | 0,94 | 1,77 |

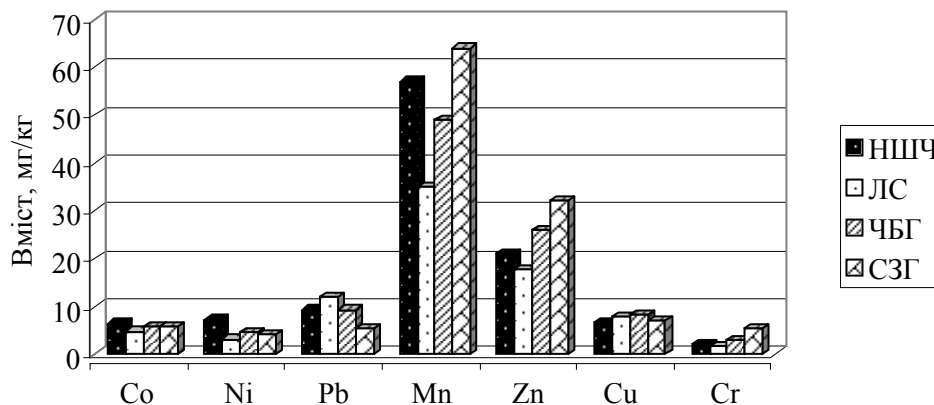


Рис. 2. Вміст мікроелементів у вегетативній масі озимої пшениці

З досліджуваного ґрунту та гірських порід найбільше з вегетативною масою гороху та кукурудзи винесено марганцю на темно-сірій сланцевій глині. Вміст марганцю у вегетативній масі гороху та кукурудзи, вирощених на темно-сірій сланцевій глині, майже втричі більше, ніж передбачено нормами годівлі сільськогосподарських тварин [5]. Отже, такий субстрат не можна рекомендувати для вирощування сільськогосподарських культур без тривалого моніторингу в польових умовах Орджонікідзевського стаціонару з рекультивації порушених земель. Вміст мікроелементів у вегетативній масі озимої пшениці (фаза кущення), вирощеної на фітомеліорованих гірських породах та насипному шарі чорнозему південного стаціонару рекультивації Нікопольського МРБ, наведено на рис. 2.

Аналіз розподілу мікроелементів у надземній масі озимої пшениці засвідчив, що рослини, вирощені на гірських породах, не перевищують показники культури на насипному шарі чорнозему південного. Вегетативна маса пшениці у фазі кущення, вирощена на червоно-бурій і сіро-зеленій глинах, була на 50 % більше забезпечена цинком і хромом, ніж передбачають біотичні норми [5].

Висновки

1. Виконана оцінка доступності різних форм мікроелементів у гірських породах виявила найбільшу різницю у вмісті цинку, міді в лесоподібному суглинку та сіро-зеленій глині. Вміст закисної форми заліза у сіро-зеленій глині майже на порядок більше, ніж у чорноземі південному.

2. Найбільший винос марганцю з вегетативною масою гороху та кукурудзи зафіксовано на темно-сірій глині.

3. Вегетативна маса пшениці у фазі кущення, вирощена на червоно-бурій і сіро-зеленій глинах, наполовину більше була забезпечена цинком і хромом відповідно до біотичних норм.

Бібліографія

1. *Етеревская Л.В.* Процессы почвообразования в техногенных ландшафтах степи СССР / *Л.В. Етеревская, В.А. Угарова* // Почвообразование в техногенных ландшафтах. – Новосибирск : Наука, 1979. – С. 140–146.

2. *Трофимов С.С.* Системный подход к изучению процессов почвообразования в техногенных ландшафтах / *С.С. Трофимов, А.А. Титлянова, И.Л. Клевенская* // Почвообразование в техногенных ландшафтах. – М. : Наука, 1979. – С. 3–19.

3. *Горбунов Н.И.* Минералогия и коллоидная химия почв / *Н.И. Горбунов*. – М. : Наука, 1974. – 316 с.

4. *Бекаревич Н.Е.* Рекультивация черноземов / *Н.Е. Бекаревич, Н.Т. Масюк* // Русский чернозем – 100 лет после Докучаева. – М. : Наука, 1983. – С. 228–241.

5. *Кальницкий Б.Д.* Минеральные вещества в кормлении животных / *Б.Д. Кальницкий*. – Л. : Агропромиздат, 1985. – 207 с.

6. *Коттени А.И.* Фракционирование и определение микроэлементов в растениях, почвах и отложениях / *А.И. Коттени* // ВЦПНТЛД. – М., 1981. – 21с.

7. *Daniels W.L.* 1999. Creation and Management of Productive Mine Soils, Powell River Project Reclamation Guide lines for Surface-Mined Land in Southwest Virginia. <http://www.ext.vt.edu/pubs/mines/460-121/460-121.html>.

8. *Масюк М.Т.* Особенности формирования естественных и культурных фитоценозов на вскрышных горных породах в местах произведенной добычи полезных ископаемых / *М.Т. Масюк* // Рекультивация земель: тр. ДСХИ. – Днепропетровск, 1974. – Т. 26. – С. 62–105.