

ОХОРОНА ТА ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ SOIL PROTECTION and RECLAMATION

УДК 631.41; 631.416.9; 504.53.06: 504.054

ПРОГНОЗУВАННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО СТАТУСУ ҐРУНТОВОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОЇ РЕМЕДІАЦІЇ І ВИКОРИСТАННЯ

**В.Л. Самохвалова¹, В.І. Лопушняк², А.І. Фатєєв¹, В.М. Горякіна¹,
В.В. Шимель¹**

¹ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», Харків,
Україна (v.samokhvalova@mail.ru)

²Львівський національний аграрний університет, Дубляни, Львівська обл., Україна

Обґрунтовано спосіб прогнозування вмісту рухомих форм важких металів (ВМ) та мікроелементів (МЕ) у ґрунтовій системі на прикладі обстежених ґрунтів різного генезису у різних природно-кліматичних зонах України, забруднених ґрунтів у Харківській та Донецькій областях та інтенсивно удобрюваних (органомінеральна, органічна та мінеральна системи удобрення) ґрунтів у Львівській області. У розробленому методичному підході шляхом використання параметрів гідролітичної кислотності (H_r) та групового складу гумусу ($C_{ГК}/C_{ФК}$) ґрунту в математичних моделях прогнозується вміст рухомих форм МЕ і/або ВМ у ґрунтах різних типів, чим забезпечується експресність оцінки та підвищення точності прогнозування мікроелементного статусу ґрунтів.

***Ключові слова:** ґрунт, мікроелементи, важкі метали, груповий склад гумусу, гідролітична кислотність, техногенне забруднення, технологічне навантаження, спосіб, прогнозування.*

Вступ. У сучасних умовах зростаючих техногенних та технологічних навантажень на ґрунти спостерігається їх забруднення надлишком біогенних елементів та важких металів (ВМ) на фоні дефіциту елементів живлення рослин, що негативно впливає на якість рослинної і тваринної продукції, екологічний стан ґрунтів та призводить до їх деградації. Тому розробка методів ремедіації хімічно деградованих ґрунтів та відновлення їх структури, функцій є актуальною проблемою. Основою для вирішення цієї задачі є нові методичні підходи щодо прогнозування елементного статусу ґрунтів за природних умов, впливу фактору технологічного навантаження і техногенного забруднення ВМ на базі діагностування й оцінювання екологічного стану ґрунтів різного генезису. Логічним продовженням чого є розробка нових технічних рішень (способів), як індикаторів ефективності наукових досліджень та, водночас, інноваційних продуктів, що мають нематеріальну форму та у сукупності визначаються як інтелектуальний капітал (знання, інформація, інтелектуальна власність) з його можливою наступною трансформацією в інноваційні послуги.

Мета дослідження – розробити спосіб прогнозування вмісту рухомих форм ВМ і МЕ у ґрунтовій системі для ефективної ремедіації за рахунок розширення спектру інформативних діагностичних показників, визначання додаткового показника гідролітичної кислотності ґрунту із застосуванням органомінеральної та/або мінеральної та/або органічної систем удобрення і за техногенного забруднення ВМ і отриманих математичних моделей за встановлених залежностей показників гідролітичної кислотності (H_r), групового складу гумусу ($C_{ГК}/C_{ФК}$) та вмісту рухомих форм МЕ і/або ВМ ґрунту з можливістю підвищити точність та експресність прогнозування вмісту хімічних елементів у ґрунтах різного генезису, з одночасним збільшенням ремедіаційної здатності ґрунту певного типу.

Об'єкти і методи дослідження. Розроблення способу включало: проведення патентного пошуку згідно з ДСТУ 3575; польовий етап - ґрунтово-геохімічні дослідження на локальному і регіональному рівнях, в тому числі, за умов технологічного навантаження на ґрунти Львівської області та за умов сталого впливу джерел атмотехногенних емісій забруднення неорганічної природи Зміївської ТЕС

ПАТ "Центрэнерго" НАК "Енергетична компанія України" (Харківська обл.) та ВАТ «Авдіївський коксохімічний завод» (Донецька обл.) та проведення серії стаціонарних польових дослідів; аналітичний етап - визначення рівнів вмісту рухомих форм МЕ і ВМ у чорноземних ґрунтах різної буферної здатності за використання екстрагентів ацетатно-амонійного буферного розчину з рН 4,8 та 1н НСІ згідно з ДСТУ 4770.1 - ДСТУ 4770.9; камеральний етап – оцінювання мікроелементного статусу ґрунтів за експертного оцінювання нормативно-довідкової документації, статистична обробка отриманих даних.

Об'єкти патентного пошуку – об'єкти авторського права, які запатентовано в Україні та країнах СНД, ЄС в площині поставленої мети. Предмет пошуку – спосіб в цілому; окремі операції (етапи) способу, що є самостійним патентоспроможним об'єктом; способи їх одержання і галузь застосування; обладнання, що використовують при здійсненні способу. Методи досліджень – експертна оцінка, аналізування, співставлення.

Об'єкти дослідження – ґрунти Полісся, Лісостепової і Степової природно-кліматичних зон України (дерново-підзолисті, ясно-сірі, сірі, темно-сірі; чорноземи опідзолені, типові, звичайні та південні; темно-каштанові, каштанові тощо) за впливу забруднення ВМ та за його відсутності; інактиватори токсичності органічної та неорганічної природи; методичні підходи щодо прогнозування мікроелементного статусу ґрунтів різних типів, у тому числі і за техногенного забруднення ВМ і технологічного навантаження. Методи досліджень – універсальні загальнонаукові методи, методи теоретичного аналізу, системний та екосистемний підходи, ландшафтно-геохімічні, лабораторно-аналітичні; статистичні методи обробки даних, експертне оцінювання нормативно-довідкової документації.

Польові дослідження щодо технологічного навантаження проводили в умовах стаціонарного досліду кафедри ґрунтознавства, землеробства та агрохімії Львівського НАУ Західного Лісостепу України з вивчення ефективності впливу орґано-мінеральної, орґанічної та мінеральної систем удобрення у відомій ефективній кількості співвідношення комбінації ґрунтополіпшувачів на іммобілізацію рухомих форм ВМ та активацію МЕ у ґрунтах із відбором ґрунтових зразків та встановленням закономірностей змін вмісту МЕ та ВМ (Cd, Pb) та динаміки гумусного стану і трансформації орґанічної речовини у ґрунті польової сівозміни із певним чергуванням культур.

Застосовували мінеральну, орґанічну та орґано-мінеральну системи удобрення (табл.1), які було збалансовано за внесенням основних елементів живлення, а внесення орґанічних і мінеральних добрив оптимальними дозами проводили за використання чинних методичних рекомендацій [1] відповідно до типу ґрунту і природно-кліматичних умов певної зони [2].

ґрунтово-геохімічні дослідження щодо техногенного навантаження ВМ на ґрунт проводили за умов сталого впливу джерел поліелементного забруднення Зміївської ТЕС ПАТ "Центрэнерго" НАК "Енергетична компанія України" Харківської області, ВАТ «Укрцинк» і ВАТ «Авдіївський коксохімічний завод» Донецької області природно-кліматичних зон Лісостепу і Степу України. Відбирання зразків ґрунту здійснювали згідно з ДСТУ 4287:2004 з орґаного (0-20 см) та підорного (20-40 см) шарів. У зразках ґрунту за лабораторних досліджень методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії відповідно до чинних методик згідно з ДСТУ 4770.1:2007 – ДСТУ 4770.9:2007 проводили визначення рухомих форм МЕ і ВМ, що екстрагуються амонійно-ацетатним буфером ААБ рН 4,8; загальний вміст орґанічної речовини в ґрунтах – за методом Тюріна відповідно до ДСТУ 4289:2004; фракційно-груповий склад гумусу (вуглецю гумінових і фульвокислот) – за методом Конової-Бельчикової згідно з МВВ 31-497058-006-2002; гідролітичну кислотність ґрунту – за методом Каппена згідно з ГОСТ 26212-91.

Оцінку екологічного стану ґрунтів щодо мікроелементного статусу та вмісту ВМ проводили згідно з діючими нормативами і методичною базою, використовуючи встановлені фонові рівні вмісту МЕ (ВМ) для ґрунтів певної природно-кліматичної зони України [3]. Отриману аналітичну інформацію статистично обробляли із використанням модулів кореляційного, дисперсійного, регресійного та факторного аналізів у рамках пакета *Statistica 10.0*, включаючи розрахунки за рівняннями лінійної, ступеневої і логарифмічної регресії. Для якісної оцінки тісноти зв'язку використовували множинний коефіцієнт детермінації за шкалою Чеддока: 0,3 - 0,3 – незначний зв'язок; 0,3 - 0,5 – помірний; 0,5 - 0,7 – істотний; 0,7 - 0,9 – високий; 0,9 - 0,99 – дуже високий; 1,0 – функціональний.

Аналіз результатів досліджень. Аналіз існуючої патентної документації свідчить про те, що близьким за технічною суттю до розробленого способу є відомий спосіб визначення вмісту у ґрунті доступних біофільних елементів для підвищення точності прогнозу потреби рослин в елементах живлення [4]. Спосіб включає визначення загального вмісту біофільного елемента у ґрунті, інкубацію зразка в закритій капсулі за $85 \pm 3^\circ \text{C}$ і вологості 40-100 % повної вологоємності із внесенням асоціативної культури термофільних мікроорганізмів у кількості 0,15-1,0 млрд/г ґрунту; вимірювання по завершенню процесу мінералізації доступного біофільного елемента, а також вмісту його малорухомої форми і визначення ступеня рухомості елемента для прогнозування. Мета досягається за рахунок прискорення процесу мінералізації, утворення більшої кількості малодоступних форм біофільних елементів за рахунок руйнування ґрунтово-поглинального комплексу (ГПК). Недоліком способу є відсутність показників точності прогнозних оцінок, трудомісткість та ресурсовитратність його реалізації.

Відомо інший спосіб прогнозування зміни вмісту рухомих Zn і Cu у ґрунті [5], яким передбачено внесення мінеральних добрив, відбирання зразків ґрунту, визначення стандартними методами вмісту рухомих форм азоту та фосфору та розрахунок, на основі математичних моделей і встановленого тісного кореляційного зв'язку, співвідношення мінерального азоту та рухомого фосфору з подальшим визначанням прогнозованого вмісту рухомих форм цинку та міді у ґрунті за регресійними рівняннями: для Zn - $Y = 1,6677X^{0,1387}$; для Cu - $Y = -0,0038 \times 0,0719X^2 - 0,0314$, де Y - прогнозований (розрахунковий) вміст рухомих цинку або міді, мг/кг ґрунту; X - співвідношення мінерального азоту ($N - NO_3 + N - NH_4$) та рухомого фосфору (P_2O_5).

До недоліків способу слід віднести обмеженість його застосування лише на зрошуваному темно-каштановому ґрунті за умов систематичного внесення мінеральних добрив; неможливість прогнозування вмісту інших МЕ у ґрунтах, окрім Zn та Cu. До того ж, систематичне внесення мінеральних добрив (азотні, фосфорні і комплексні добрива, сульфатні форми калійних добрив), що є фізіологічно кислими, призводить до збільшення рухомості металів-токсикантів у ґрунті та їх міграції у суміжні з ґрунтом середовища [6], також негативно впливає і на органічну речовину ґрунту, посилюючи рухомість органічних сполук, їх мінералізацію і деструкцію, викликає спрощення їх структури на ґрунтах різного генезису, особливо втрати органічних речовин зростають в умовах ґрунтоутворення з ознаками підзолистого типу (світло-сірі, сірі, темно-сірі ґрунти, чорноземи опідзолені) чим сприяє погіршенню якості гумусу. За таких умов необхідним є застосування органічної та/або органо-мінеральної систем удобрення у максимальній відповідності до ґрунтово-кліматичних умов певного регіону й вимог ресурсозбереження та екологічної безпеки. Все вище перелічене не ураховано у способі, що значно знижує функціональну можливість і ефективність його використання.

Найбільш близьким за механізмом реалізації і результатом, що досягається, є

спосіб прогнозування забезпеченості ґрунтів МЕ за математичними моделями [7]. Спосіб включає відбирання зразків, їх аналізування. У зразках визначають середній вміст вуглецю гумінових ($C_{ГК}$) і фульвокислот ($C_{ФК}$) та їх співвідношення. На основі статистико-математичного аналізу, одержують регресійні рівняння, за якими визначають прогнозований вміст МЕ (ВМ) у ґрунті. Однак недоліками запропонованого способу є обмеженість його використання за визначання прогнозованого вмісту рухомих форм МЕ /ВМ, як за оцінювання рівня забезпеченості ґрунтів МЕ так і небезпеки надлишкового накопичення ВМ у ґрунтах, внаслідок впливу на співвідношення $C_{ГК}/C_{ФК}$ неконтрольованого вмісту рухомих форм МЕ /ВМ у ґрунтах різних буферних властивостей (результат високої природної просторової варіабельності, що значно підвищується за умов забруднення ВМ (техногенне навантаження), внесення органічних і мінеральних добрив (технологічне навантаження) та різної кислотності ґрунтів в залежності від напряму і розвитку ґрунтоутворювальних процесів в окремих типах і відмінах ґрунтів, їх гранулометричного складу). Отже збільшення рухомості ВМ та органічної речовини ґрунту за одночасного дисбалансу вмісту гумінових та фульвокислот (їх вміст то зменшується, то збільшується), зменшення рухомості МЕ, унеможливорює коректне використання відношення $C_{ГК}/C_{ФК}$ для вирішення задачі прогнозування вмісту МЕ і ВМ у ґрунтах. Саме тому необхідним є проведення додаткових досліджень і урахування даних щодо інших показників властивостей ґрунтів, насамперед гідролітичної загальної кислотності ґрунту (ураховує актуальну і обмінну кислотність), що впливає на співвідношення $C_{ГК}/C_{ФК}$ і визначає рухомість МЕ /ВМ і, відповідно, рівень забезпеченості ґрунтів МЕ та небезпеки забруднення ВМ за таких умов. До того ж поширювати дані щодо прогнозованого вмісту рухомих форм МЕ (ВМ) на ґрунти дослідної території не є коректним тому, що дослідна територія складається, як правило, з ґрунтів різних буферних властивостей (як різних типів так і/ або ґрунтів одного типу проте різного гранулометричного складу), які характеризуються відповідно різними рівнями вмісту $C_{ГК}$ та $C_{ФК}$, МЕ (ВМ) внаслідок високої природної просторової варіабельності. Тому необхідним є у кожному випадку проведення відповідних розрахунків і визначення найбільш впливових факторів, окрім визначення $C_{ГК}$ та $C_{ФК}$ і їх співвідношення, для вирішення задач прогнозу як рівня забезпеченості ґрунтів МЕ так і оцінювання небезпеки надлишкового накопичення ВМ у ґрунтах. Отже заявлена у способі можливість альтернативного визначання вмісту рухомих форм МЕ (ВМ) лабораторно-аналітичним методом у спеціалізованих агрохімічних лабораторіях не може бути досягнута. Таким чином, все вище перелічене призводить до вагомого зниження ефективності прогнозування вмісту МЕ (ВМ) за одночасного збільшення трудомісткості і ресурсовитратності реалізації способу.

За результатами інформаційно-аналітичних досліджень встановлено існуючі у ґрунтах різних типів залежності гідролітичної кислотності ґрунту, відношення $C_{ГК}/C_{ФК}$ (табл.1-2, рис. 1-2) і вмісту МЕ /ВМ у ґрунті та істотні відмінності між вибірками даних, проведено оцінювання впливу фактору техногенного забруднення ВМ та/або технологічного навантаження за запропонованих систем удобрення. Доведено достовірність їх впливу на результативну ознаку (вміст МЕ /ВМ у ґрунті) з одержанням відповідних рівнянь залежностей (моделі), на базі яких розраховано прогнозовані значення вмісту рухомих форм МЕ та/або ВМ, наприклад, Pb (1), Cd (2), Ni (3), Zn (4) у ґрунті за одночасної візуалізації встановлених закономірностей зв'язку показників властивостей ґрунту на діаграмах (рис. 2 а-г) та у форматі відповідних рівнянь (1-5) та електронних таблиць.

Таким чином, наприклад, встановлені лінійні залежності вмісту рухомих форм ВМ та відношення $C_{ГК}/C_{ФК}$ і гідролітичної кислотності ґрунту характеризують такі рівняння:

$$Pb = 0,15 - 0,27 x + 0,40 y \quad (r = 0,71; R^2 = 0,50; F(2,9) = 4,4) \quad (1)$$

$$Cd = 0,24 - 0,15x + 0,012y \quad (r = 0,62; R^2 = 0,45; F(2,9) = 2,8) \quad (2)$$

$$Ni = -1,1 + 0,61x + 0,5y \quad (r = 0,97; R^2 = 0,94; F(2,9) = 78,5) \quad (3)$$

$$Zn = -9,02 + 3,45x + 1,95y \quad (r = 0,86; R^2 = 0,75; F(2,9) = 13,4) \quad (4)$$

де Pb, Cd, Ni, Zn – прогнозований вміст рухомих сполук відповідного металу у ґрунті, мг/кг; x – відношення С_{ГК}/С_{ФК}, y – гідролітична кислотність, ммоль/100 г ґрунту.

1. Груповий склад органічної речовини темно-сірого ґрунту за впливу технологічного навантаження

Варіант	Σ ГК	Σ ФК	С _{ГК} / С _{ФК}
1. Без добрив (контроль)	34,7 100	34,5 100	1,01
2. Мінеральна система удобрення N ₃₉₀ P ₂₁₀ K ₄₃₀	35,1 100	34,2 100	1,03
3. Органо-мінеральна система удобрення : 20 т/га гній +5 т/га солома + N ₂₇₀ P ₁₅₃ K ₂₆₀	37,4 100	30,6 100	1,22
4. Органо-мінеральна система удобрення : 30 т/га гній + 15 т/га сидерат + 5 т/га солома + N ₁₀₀ P ₁₁₀ K ₁₇₃	38,5 100	29,1 100	1,32
5. Органо-мінеральна система удобрення : 40 т/га гній + 15 т/га сидерат + 5 т/га солома + N ₅₀ P ₈₅ K ₁₁₃	39,0 100	28,6 100	1,36
6. Органічна система удобрення : 50 т/га гній + 15 т/га сидерат + 5 т/га солома + N ₂₅ P ₆₀ K ₆₀	39,3 100	28,4 100	1,38

Примітка. Над ризикою – відсоток від загального вуглецю; під ризикою – відсоток фракції від суми ГК або ФК у шарі ґрунту 0-20 см

2. Груповий склад гумусу ґрунтів різного генезису за впливу техногенного забруднення (рівень перевищення фонового вмісту ВМ – у 8-10 разів)

Ґрунти	С _{ГК}	С _{ФК}	С _{ГК} / С _{ФК}
Дерново-підзолистий (контроль)	0,17	0,2	0,85
Дерново-підзолистий (забруднений ВМ)	0,16	0,28	0,57
Чорнозем опідзолений (контроль)	0,84	0,39	2,1
Чорнозем опідзолений (забруднений ВМ)	0,80	0,41	1,95
Чорнозем звичайний (контроль)	0,96	0,38	2,5
Чорнозем звичайний (забруднений ВМ)	0,93	0,42	2,21

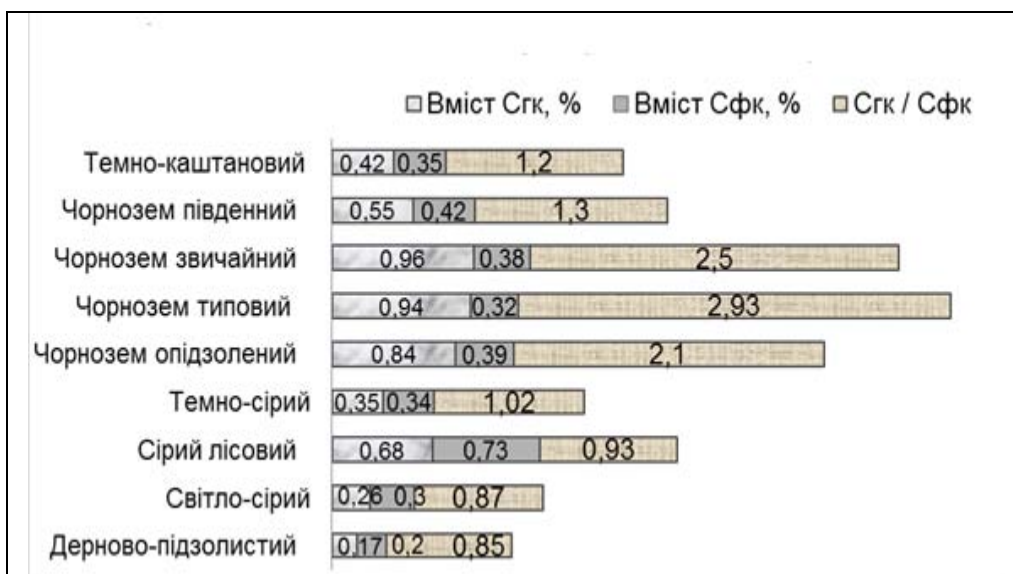


Рис. 1. Груповий склад органічної речовини ґрунтів різного генезису

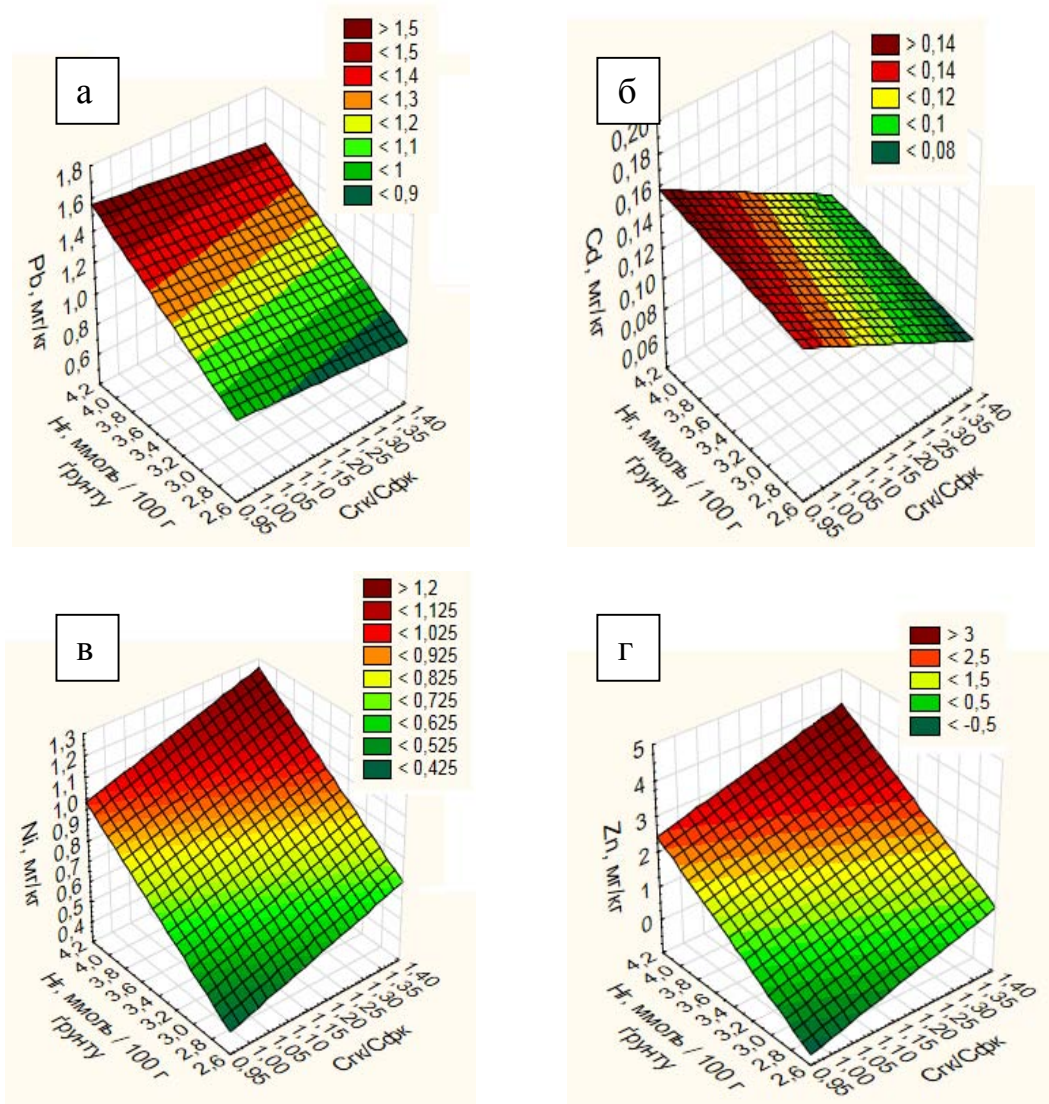


Рис. 2. Взаємозв'язок мікроелементного статусу ґрунту з параметрами гідролітичної кислотності та груповим складом гумусу

Поширюючи алгоритм способу на інші типи ґрунтів, так само, проводять розрахунки з одержанням відповідних рівнянь залежностей, за якими визначають прогнозовані значення вмісту МЕ /ВМ у ґрунтах, як за умов відсутності технологічного і техногенного навантаження на ґрунт, так і за умов їх впливу (табл.3).

Окрім того, запропонований алгоритм способу дозволяє підтвердити доцільність використання показника гідролітичної кислотності ґрунту на підставі встановлених закономірностей щодо вмісту гумусу у ґрунті зі зростанням у його складі фракції ГК-2 і зменшенням рухомої фракції ГК-1, яка містить обмінні катіони водню карбоксильних груп [8], що формують кислотність ґрунту, зокрема гідролітичну, за умов різних рівнів навантажень на ґрунтову систему, що доведено відповідним рівнянням:

$$H_g = 15,14 + 0,54 \cdot x - 1,0008 \cdot y \quad (R = 0,96; R^2 = 0,92; F(2,9) = 53,68) \quad (5)$$

де H_g – гідролітична кислотність, ммоль/100 г ґрунту; x – гумінові кислоти фракції 1, ГК-1; % від $C_{\text{заг}}$, y – гумінові кислоти фракції 2, ГК-2; % від $C_{\text{заг}}$.

Одночасно, доцільність використання показника відношення $C_{\text{ГК}}/C_{\text{ФК}}$ ґрунту доведено його діагностичною ефективністю щодо індикації спрямованості процесів мінералізації органічної речовини та якості гумусового стану ґрунту. Так, визначення показника $C_{\text{ГК}}/C_{\text{ФК}}$ дозволило встановити гуматно-фульватний тип гумусу темно-сірого

ґрунту на підставі зміщення співвідношення у бік ГК (рис.1, табл.1, вар.3-6) з найкращим співвідношенням підвищення гуматності гумусу. Однак, за умов техногенного навантаження ВМ на ґрунт встановлено, що його забруднення не змінює тип гумусу ґрунту, який відповідає біокліматичним умовам його формування, проте впливає на скорочення групи $C_{ГК}$ та розширення групи $C_{ФК}$ у складі гумусу (табл.2), що свідчить про ризик збільшення рухомості МЕ /ВМ за впливу забруднення ґрунту та їх транслокації до рослин і міграції у суміжні з ґрунтом середовища.

3. Прогнозований вміст мікроелементів та важких металів за урахування виду навантаження та типу ґрунту

Вид навантажень та тип ґрунту	Прогнозований / фактичний* вміст рухомих форм МЕ та ВМ у ґрунті, мг/кг ґрунту			
	Pb	Cd	Ni	Zn
<i>За відсутності навантажень на ґрунт</i>				
Дерново-підзолистий	2,5 / 2,65*	0,1 / 0,11*	0,19 / 0,21*	0,6 / 0,78*
Світло-сірий лісовий	1,5 / 1,84*	0,1 / 0,08*	0,5 / 0,56	0,5 / 0,58*
Сірий лісовий	2,1 / 2,15*	0,1 / 0,13*	0,5 / 0,56	1,8 / 1,92*
Темно-сірий опідзолений	1,1 / 1,1*	0,1 / 0,09*	1 / 0,9*	1 / 1,06*
Чорнозем опідзолений	1,9 / 2,04*	0,1 / 0,13*	0,7 / 0,62*	1 / 1,22*
Чорнозем типовий	2 / 2,2*	0,1 / 0,2*	0,5 / 0,45*	1,6 / 1,75*
Чорнозем звичайний	2,5 / 2,73*	0,1 / 0,18*	0,6 / 0,66*	1,8 / 1,82*
<i>За впливу органо-мінеральної системи удобрення (технологічне навантаження)</i>				
Темно-сірий опідзолений	0,92 / 0,9*	0,07 / 0,07*	0,8 / 0,7*	1,25 / 1,2*
<i>За впливу забруднення ВМ (техногенне навантаження)</i>				
Чорнозем опідзолений	6 / 6,9*	1,5 / 1,2*	4 / 3,8*	4 / 4,3*

Завдяки запропонованому способу отримуємо можливість збільшити прогнозованість мікроелементного статусу та якості групового складу гумусу ґрунту певного типу за природних умов і впливу технологічного та техногенного навантажень, з одночасним зниженням рухомості ВМ у ґрунті (рис. 3) та ефективної його ремедіації і відновлення природних властивостей, що показує зниження вмісту рухомих сполук Cd від 0,17 до 0,05 мг/кг ґрунту, Pb – від 1,75 до 0,65 мг/кг ґрунту та інших металів в орному (0-20 см) і підорному (20-40 см) шарах ґрунту (рис. 3), зниження показника гідролітичної кислотності і зростання частки гумінових кислот у гумусі, як результат застосування системи ґрунтополіпшувачів різної природи в ефективній кількості співвідношення їх комбінації (табл.1).

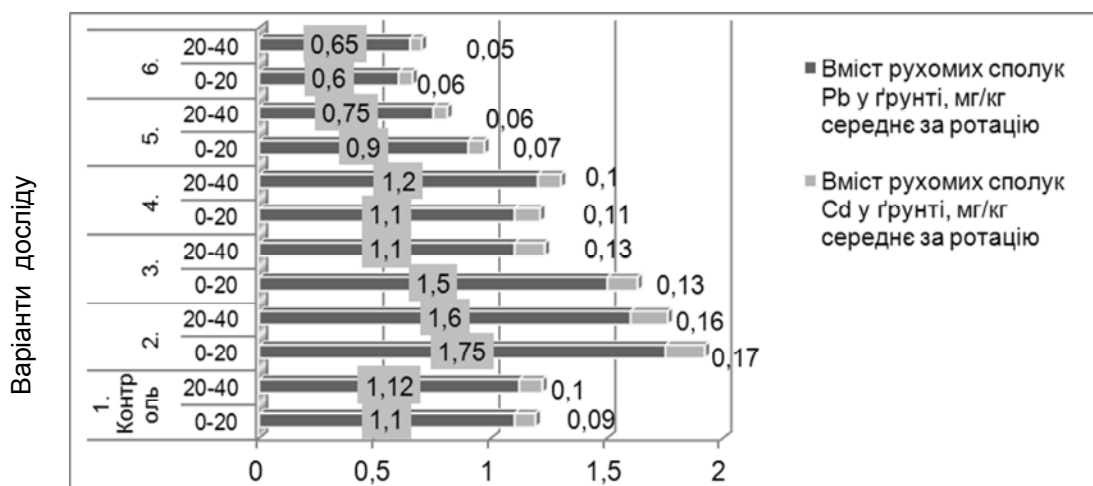


Рис. 3. Вплив запропонованих систем удобрення ґрунту на зниження вмісту рухомих форм Cd і Pb

Отже, реалізація запропонованого алгоритму забезпечує одночасне усунення негативних наслідків технологічного навантаження і техногенного забруднення ВМ на ґрунтову систему та, як наслідок, регулювання групового складу гумусу ґрунту як критерію визначення його якості, а саме: на високобуферних ґрунтах – залучення заходів щодо підтримки умов гуміфікації, близької до нейтральної реакції ґрунтового середовища, регуляції окисно-відновного режиму, застосування сидератів; на малобуферних ґрунтах – забезпечення надходження у ґрунт органічної речовини як джерела лабільного гумусу, підтримка слабо кислої та близької до нейтральної реакції ґрунтового середовища для забезпечення утворення активних ГК (гумінових кислот), що сприяє поліпшенню гумусового стану ґрунту за одночасної більшої прогнозованості мікроелементного статусу та екологічного стану ґрунту.

Розроблений спосіб прогнозування мікроелементного статусу ґрунтової системи для ефективної ремедіації і використання доцільно використовувати в агроекології за вирішення питань діагностики, оцінювання, прогнозування статусу МЕ та небезпеки надлишкового накопичення ВМ у ґрунтах; у тому числі і техногенно забруднених, для розробки способів ремедіації забруднених територій як складових комплексу методів екологічної ремедіації ґрунтів, і, як наслідок, для зниження техногенного і технологічного навантаження на ґрунти різного генезису, інтенсивності процесів їх деградації і для відновлення властивостей.

Розроблений новий методичний підхід захищено охоронним документом [9].

Висновки. Відмітними рисами та перевагами розробленого та патентнозахищеного технічного рішення (способу), порівняно з відомими способами та підходами, є такі:

- експресність отримання та підвищення точності прогнозованих значень вмісту МЕ та ВМ у ґрунтах;
- універсальність завдяки придатності способу для всіх типів ґрунтів різних природно-кліматичних зон.

Список використаної літератури

1. Власюк П.А. Довідник агронома з удобрення / За ред. П.А. Власюка, П.О. Дмитренка - К: Держсільгоспвидав, 1962. - 680 с.
2. Добрива та їх використання: Довідник. – К.: Арістей, 2010. – 254 с.
3. Діагностика стану хімічних елементів системи ґрунт-рослина Методика / За ред. А.І. Фатєєва, В.Л. Самохвалової. - Харків: КП «Міська Друкарня», 2012. – 146 с.
4. Пат. на полезную модель 2050544 RU, МПК: G01N33/24 Способ определения доступных для минерализации биодоступных элементов почвы и степени их доступности / Исламов С.С.; заявитель и патентообладатель Агрофизический научно-исследовательский институт (RU). - № 5030236/15; заявл. 12.02.1992; опубл. 20.12.1995. – 6 с.
5. Пат. на корисну модель 58720 UA, МПК: (2011.01) A01B 79/00 Спосіб прогнозування змін вмісту рухомих форм цинку і міді у зрошуваному темно-каштановому ґрунті при систематичному внесенні мінеральних добрив / Мелашич А.В. (UA); Філіп'єв І.Д. (UA); Вожегова Р.А. (UA); Лавриненко Ю.О. (UA); Коковіхін С.В. (UA); заявник та патентоутримувач Інститут землеробства південного регіону (UA). - u201010994; заявл. 13.09.2010; опубл. 26.04.2011, Бюл. № 8. – 3 с.
6. Детоксикація важких металів у ґрунтовій системі. Методичні рекомендації / А.І. Фатєєв, В.Л. Самохвалова. - Харків: КП «Міська Друкарня», 2012. – 70 с.
7. Пат. на корисну модель 89939 UA, МПК (2014.01) A01B 79/00 Спосіб прогнозування забезпеченості ґрунтів мікроелементами / Фатєєв А.І. (UA); Семенов Д.О. (UA); Смірнова К.Б. (UA); Мірошніченко М.М. (UA); Ликова О.А. (UA); Шемет А.М. (UA); Янковська Т.Є. (UA); заявник та патентоутримувач ННЦ "Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н.Соколовського" НААН (UA). - № u201311847; заявл. 08.10.2013; опубл. 12.05.2014, Бюл. № 9 – 5 с.
8. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. - М: Изд-во МГУ, 1990. - 325 с.
9. Пат. на корисну модель 95649 UA, МПК: (2014.01) A01B 79/00, A01N 63/00, B09C 1/00, C09K 17/00; G01N 33/24 (2006.01) Спосіб прогнозування вмісту рухомих форм важких металів та мікроелементів у ґрунтовій системі для ефективності ремедіації і використання / Самохвалова В.Л. (UA); Лопушняк В.І. (UA); Фатєєв А.І. (UA); Горякіна В.М. (UA); заявник та патентоутримувач ННЦ "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського" (UA). - u201408753; заявл. 04.08.2014; 25.12.2014, Бюл. № 24. – 8 с.

Стаття надійшла до редколегії 8.06.2015

FORECASTING OF MICROELEMENT STATUS OF SOIL SYSTEM FOR EFFICIENT REMEDIATION AND USING

V.L. Samokhvalova¹, V.I. Lopushnjak², A.I. Fateev¹, V.M. Gorjakina¹, V.V. Shymel¹

¹National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky", Kharkiv, Ukraine

²Lviv National Agrarian University, Dublyany Lviv region, Ukraine
(v.samokhvalova@mail.ru)

Grounded the method for forecasting of the heavy metals (HM) and trace elements (TE) mobile forms content in the soil system on the example of surveyed soils of different genesis on their trace element status in different climatic zones of Ukraine, contaminated soils around Zmiyiv TPP PJSC "Tsentrnergo" NJSC "Energy Company of Ukraine" Kharkiv Region, JSC "Ukrtsynk" and JSC "Avdeyevka Coke-Chemical Plant" Donetsk region climatic zones of Forest-steppe and Steppe zones of Ukraine and soils of the Lviv region of Western Forest-steppe zone of Ukraine on the effectiveness influence of organic-mineral, organic and mineral fertilizing systems. Elaboration of the method include conducting a patent search; field stage - soil-geochemical research on the local and regional levels, including the conditions of the technological load on the soil and the conditions for sustainable impact of pollution emission sources of inorganic nature; fixed a series of field experiments; analytical stage of determining performance of soils properties; in-office stage - the assessment of trace element status of soils for expert evaluation of regulatory reference documentation, statistical data processing. The essence of the utility model: by defining an additional indicator of hydrolytic acidity of soils with application of organic-mineral and /or mineral and / or organic fertilizing systems and technogenic pollution by the HM and received by the established mathematical models dependences of hydrolytic acidity, group composition of humus, and ME and /or HM mobile forms content in the soil provided an effective prediction of their content with the subsequent extension of the method algorithm on other types of soils which ensures the universality of the method, the express receipt and improving accuracy of the predicted values of the TE and HM content in soils. Technical result: providing the possibility to increase the accuracy and forecasting the express content of chemical elements in soils of different genesis with simultaneous increase remediation capacity of the soil of a particular type by expanding the range of informative indicators for predicting the content of HM and TE mobile forms in the soil system. Distinctive features and benefits of the proposed technical solution in comparison with known methods and approaches are the express receipt and improve the accuracy of predicted values of the TE and HM content in soils; universality of the method for all types of soils of different climatic zones of Ukraine. A method of trace element status prediction system for soil remediation and the effective use should be used in agroecology on issues of diagnosis, assessment, forecasting and TE status danger of excessive accumulation of HM in soils; including technogenic contaminated, for elaboration ways of contaminated areas remediation, as components of complex methods of environmental remediation of soils and, consequently, to reduce man-made and technological loads on soils of different genesis, intensity of their degradation and recovery properties. A new methodological approach protected with patent (patent for utility model 95649 UA 2014).

Key words: soil, trace elements, heavy metals, the group composition of humus, hydrolytic acidity, technogenic pollution, technological load, the method of forecasting.

УДК 631.459.2: 631.111.2

ОЦІНКА ВОЛОГОНАКОПИЧЕННЯ В ҐРУНТАХ СТЕПОВИХ АГРОЛАНДШАФТІВ

В.О. Белоліпський, М.М. Полулях

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», Харків, Україна
(belolipskiy-42@mail.ru)

Досліджували можливість кількісного оцінювання гідрологічних параметрів ґрунтоводоохоронного агроландшафту (АЛ) з адаптацією протиерозійного облаштування на водозборі. Виявили, що функціонування АЛ визначається гідрологічними параметрами ґрунтів, характеристиками природного та антропогенного середовища (щільність будови ґрунту, атмосферні опади, коефіцієнт захисної дії лісосмуг, агрофон). Розраховано емпіричні моделі коефіцієнта зволоженості ґрунту у квітні, коефіцієнта дефіциту вологи в травні-червні, липні-серпні та вересні-жовтні. Доведено, що оцінювання функціонування АЛ та його оптимізування можна проводити за моделлю