

Стаття поступила в редколлегию 31.05.2013

PARAMETERS OF ANTI-EROSION STABILITY OF CHERNOZEM ORDINARY IN A FIELD CROP ROTATION

V.A. Belolipsky

Lugansk state agricultural experimental station of the Plant Growing Institute named after V.Ya.Yuryev

(liap_t@rambler.ru)

Different agricultural methods on a background of plugging and surface boardless soil tillage in the 5-fields crop rotation and different fertilization systems influence on the soil loss (the drop rainfall erosion) are investigated. Complex empirical model of the soil loss with agro-physical and hydrological factors is developed.

Key words: *anti-erosion stability, fertilization system, tillage, crop rotation*

УДК 631.423.4: 631.453:631.417.2: 631.417.8

ВПЛИВ СПІВВІДНОШЕННЯ ГУМУСОВИХ КИСЛОТ В ОРГАНІЧНІЙ РЕЧОВИНІ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ НА ВМІСТ РУХОМИХ ФОРМ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ

Д.О.Семенов

ННЦ "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського"

(pochva@meta.ua)

Встановлено, що мікроелементи нерівномірно розподілені за різними компонентами органічної речовини ґрунтів. Показано, що ґрунти різних типів із більшою часткою фульвокислот у складі гумусу, містять більше й рухомих форм мікроелементів. Закономірний характер зв'язків підтверджено рівняннями регресійної залежності між вмістом доступних сполук цинку, марганцю і заліза та відношенням С_{гк} / С_{фк}.

Ключові слова: *мікроелементи, рухомі форми, фульвокислоти, гумінові кислоти, рівняння регресії*

Вступ. Відомо, що роль гумусу в процесі ґрунтоутворення і забезпечення родючості ґрунту дуже велика й багатогранна. Органічна речовина є важливим фактором, що зумовлює вивітрювання первинних та утворення вторинних мінералів, визначає параметри ємності вбирання, фізичні, мікробіологічні та інші властивості ґрунтів. Важлива роль органічних речовин у формуванні врожаю значною мірою зумовлюється наявністю у їх складі біологічно активних сполук, які фізіологічно впливають на рослини. На початковому етапі розвитку ґрунтознавчої та агрохімічної наук гумус розглядали виключно як джерело таких макроелементів, як азот, фосфор та сірка [1, 2]. Але в подальших дослідженнях було встановлено, що органічна речовина є вагомим чинником накопичення мікроелементів (МЕ) та важких металів (ВМ) у ґрунтах [3]. Високий вміст у гумусі багатьох ґрунтів властивий для Мо, Ni, Cu, V, Co, Zn та Pb - коефіцієнт збагачення дорівнює від 10 до 1000 [4]. Гумус бере активну участь у кругообігу зольних елементів, у тому числі і життєво важливих розсіяних елементів, з якими

органічна речовина утворює складні комплексні сполуки [5]. Проте, гумус являє собою дуже складну полікомпонентну систему найрізноманітніших органічних речовин, які істотно відрізняються за ступенем розкладу, складом, реакційною здатністю, рухомістю і, як наслідок, доступністю мікроорганізмам. По-різному компоненти органічної речовини ґрунтів взаємодіють і з мікроелементами. В результаті утворення комплексних сполук підвищується міграційна здатність більшості мікроелементів. Мікроелементи у складі комплексів із органічною речовиною менш чутливі до осадження під впливом змін реакції середовища та кисневого режиму (*Eh*). Серед органічних комплексних сполук велика роль належить хелатам. Утворення таких комплексів найбільш властиве для Fe, Ti, Cr, V, Cu, Ni, Co та Zn. [4].

Мікроелементи у складі фульвокислот (ФК) або більш низькомолекулярних органічних сполук у ґрунті, є більш піддатливими до мікробної деструкції і, як наслідок, більш доступними для коренів рослин, ніж ті, що акумульовані в гумінових кислотах (ГК). Одним з основних механізмів, який обумовлює доступність мікроелементів для живих організмів, є утворення хелатів, і ФК у цьому процесі виступають основним комплексоутворювачем. Це явище має винятково важливу значущість для ґрунтоутворних процесів і визначає надходження поживних речовин до коренів рослин. Хелатні сполуки мікроелементів, на відміну від простих солей, зберігають підвищену рухомість у широкому діапазоні умов ґрунтового середовища. Так, досліджено, що органічні комплекси Co та Cu не осаджуються після зміни значень рН від 6 до 11, тоді як концентрація розчинів $CoCl_2$ та $CuCl_2$ знижується в десятки разів [6]. З порівняння Fe-ФК комплексів із різними солями даного мікроелементу встановлено, що за доступністю рослинам Fe-органічні речовини не поступаються (або навіть є кращими) не лише його іонним формам, а й сполукам з такими сильними комплексоутворювачами, як ЕДТА та лимонна кислота. Фульватне залізо має більш високі константи стійкості; його додавання до живильного розчину в умовах піскової культури призвело до більш активного надходження металу в рослини соняшнику та квасолі, ніж у разі використання $FeCl_3$ [7].

Роль комплексних сполук у біосфері полягає не лише у регулюванні надходження хімічних елементів у рослини; саме вони першими реагують на надходження ВМ і зв'язують їх у комплексні сполуки. Відомо, що фульвокислоти є головним комплексом природних поверхневих вод та ґрунтових розчинів і тому металоорганічні комплекси є основною формою міграції МЕ та ВМ у ґрунтах, що є невід'ємною частиною геохімічного кругообігу цих елементів [8].

Метою даної роботи є визначення зв'язку співвідношення вмісту вуглецю гумінових та фульвокислот у складі гумусу із вмістом рухомих форм МЕ у ґрунтах різних типів.

Об'єкти та методи досліджень. Для визначення впливу основних компонентів гумусу на рухомість мікроелементів відібрали зразки з орного шару ґрунтів різних типів, що розташовані в різних природних зонах України і значно відрізняються за властивостями: дерново-підзолисті – 3 об'єкти, ясно-сірі та сірі лісові – 5, темно-сірі та чорноземи опідзолені – 5, чорноземи типові – 6, чорноземи звичайні – 3, чорноземи південні – 5, темно-каштанові – 4, буроземні та буроземно-підзолисті – 2, лучні – 2. У цих зразках визначили вміст рухомих форм трьох мікроелементів – цинку, заліза та марганцю, а також вміст і

співвідношення вуглецю гумінових та фульвокислот у складі гумусу для встановлення взаємозв'язку між цими показниками.

Для визначення вмісту мікроелементів у гумусових кислотах використали препарати, виділені з чорнозему опідзоленого за методом Д.С. Орлова. Для даного типу ґрунту характерним є однаковий вміст ГК та ФК у складі органічної речовини. Препарати були надані для дослідження доктором біологічних наук Ю.Л. Цапко. У препаратах гумусових кислот із чорнозему опідзоленого визначали вміст рухомих форм мікроелементів (Fe, Mn, Cu, Zn, Co, Pb, Cd, Cr та Ni) атомно-абсорбційним методом після спалювання за $t^{\circ} = 500^{\circ}\text{C}$ протягом 5 годин із подальшим обробленням золи 10 % розчином HCl.

Визначення загального вмісту органічної речовини в ґрунтах виконали за методом Тюріна (ДСТУ 4289:2004), визначення вмісту та частки гумінових та фульвокислот у складі органічної речовини ґрунтів – за методом Конової - Бельчикової (МВВ 31-497058-006-2002). Визначення вмісту рухомих форм мікроелементів у ґрунті – методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії за ДСТУ 4770:2007. Статистичну обробку здобутих результатів виконали за допомогою програмних засобів Statistica 10.

Результати досліджень. Гумус є одним із визначальних чинників у фіксації мікроелементів у ґрунті. Проте, їх розподіл між різними групами органічної речовини ґрунтів є нерівномірним. За дослідження препаратів гумусових кислот з орного шару чорнозему опідзоленого важкосуглинкового встановлено, що найбільша концентрація у складі гумінових кислот була характерна лише для марганцю. Загальний вміст Mn у препараті ГК майже вдвічі переважав його вміст у ФК (табл. 1). Для заліза розподіл між ФК та ГК був майже рівномірним із незначним переважанням у складі ГК – 1062 мг/кг проти 800 мг/кг препарату. Для інших елементів було властивим накопичення у складі фульвокислот. Важливо, що найбільший вміст у складі ФК виявлено для таких необхідних рослинам МЕ, як Cu, Zn та Co – перевищення у складі ФК, порівняно із ГК, становить до 30 разів. Для нікелю, хрому, та елементів-токсикантів – свинцю та кадмію також властиве накопичення у складі ФК, але перевищення сягає лише кількох разів. Здобуті дані свідчать, що посилена реакційна здатність фульватних органічних сполук проявляється, насамперед, відносно іонів Cu, Zn, Co, Pb, Cd, Cr та Ni.

1. Вміст мікроелементів у препаратах гумінових та фульвокислот із чорнозему опідзоленого

Препарати	Вміст мікроелементів, мг/кг препарату								
	Fe	Mn	Cu	Zn	Co	Ni	Cr	Cd	Pb
ГК	1062	55	3,5	9,3	5,8	7,5	10,5	0,65	28
ФК	800	29	100	140	22	15	38	3,7	76

Наші результати добре узгоджуються із роботами інших вчених. У сірих лісових ґрунтах значна частина Cu, Ni, Pb та Cd виявлена у складі органічної речовини, проте, метали нерівномірно розподілені за різними групами гумусових речовин. Встановлено, що від 54 до 100 % від вмісту цих елементів у складі гумусових кислот пов'язані саме із ФК. До того ж, співвідношення С_{гк} / С_{фк} в даному випадку становить 1,5, що лише підкреслює значно більшу збагаченість фульвокислот ВМ [9].

Значні відмінності в умовах формування досліджуваних типів ґрунтів України призводять до значних відмінностей у складі гумусу, про що свідчить різне співвідношення гумінових та фульвокислот. Найбільша частка фульвокислот властива для гумусу буроземних та дерново-підзолистих ґрунтів, а також для ясно-сірих та сірих лісових ґрунтів Лісостепу (табл. 2). Домінування ГК у складі гумусу властиве для чорноземних ґрунтів, насамперед, для чорноземів типових. Інші типи ґрунтів за величиною відношення Сгк / Сфк займають проміжне положення. Але гумусові речовини фульватної природи не лише мають більш багатий хімічний склад, а мікроелементи, як його складова, мають значно більшу рухомість у ґрунтах, порівняно із компонентами гумінових кислот.

2. Співвідношення вмісту вуглецю гумінових та фульвокислот у ґрунтах різних типів

Ґрунти	Сгк / Сфк		
	середнє	min	max
Буроземні та буроземно-підзолисті	0,73	0,62	0,84
Дерново-підзолисті	0,89	0,52	1,44
Ясно-сірі та сірі лісові	1,16	0,55	2,03
Темно-сірі та чорноземи опідзолені	1,82	1,00	3,00
Чорноземи типові	2,96	1,89	3,60
Чорноземи звичайні	2,89	2,38	3,90
Чорноземи південні	2,76	1,81	4,33
Темно-каштанові солонцюваті	1,34	0,52	1,96
Лучні та лучно-чорноземні	1,75	1,22	2,27

Із дослідження зразків з орного шару різних типів ґрунтів України встановлено, що вміст рухомих сполук мікроелементів у ґрунтах істотно залежить від співвідношення гумінових та фульвокислот у складі гумусу. Для цинку така залежність описується рівнянням (1):

$$Zn = 0,66 - 0,19x, \quad (1)$$

де Zn – вміст рухомих форм цинку у ґрунті, мг/кг, x – відношення вмісту вуглецю гумінових кислот до вмісту вуглецю фульвокислот у ґрунті.

Найвищий вміст рухомого Zn (0,68 мг/кг ґрунту) зафіксовано у ґрунтах, де відношення Сгк / Сфк є меншим 1 (Рис.1). За відношення Сгк / Сфк від 1 до 2 вміст рухомого цинку є значно меншим – $0,22 \pm 0,06$. Між цими інтервалами існує достовірна різниця, $p = 0,03$. У ґрунтах із відношенням Сгк / Сфк від 2 до 3 вміст рухомих сполук Zn є близьким до попереднього – $0,19 \pm 0,09$ мг/кг ґрунту, а найнижчий – у ґрунтах, де у складі гумусу домінують гумінові кислоти. За умов, коли відношення Сгк / Сфк є більшим ніж 3, вміст сполук цинку, що вилучаються амонійно-ацетатним буферним розчином, становить в середньому $0,09 \pm 0,008$ мг/кг ґрунту.

Схожим був розподіл рухомих сполук марганцю залежно від групового складу гумусу ґрунтів – рівняння регресії має такий вигляд (2):

$$Mn = 23,03 - 4,56x, \quad (2)$$

де Mn – вміст рухомих форм марганцю у ґрунті, мг/кг, x – відношення вмісту вуглецю гумінових кислот до вмісту вуглецю фульвокислот у ґрунті.

Найвищий вміст марганцю зафіксовано у ґрунтах, де у складі гумусу превалюють фульвокислоти – $22,90 \pm 8,05$ мг/кг (рис. 2).

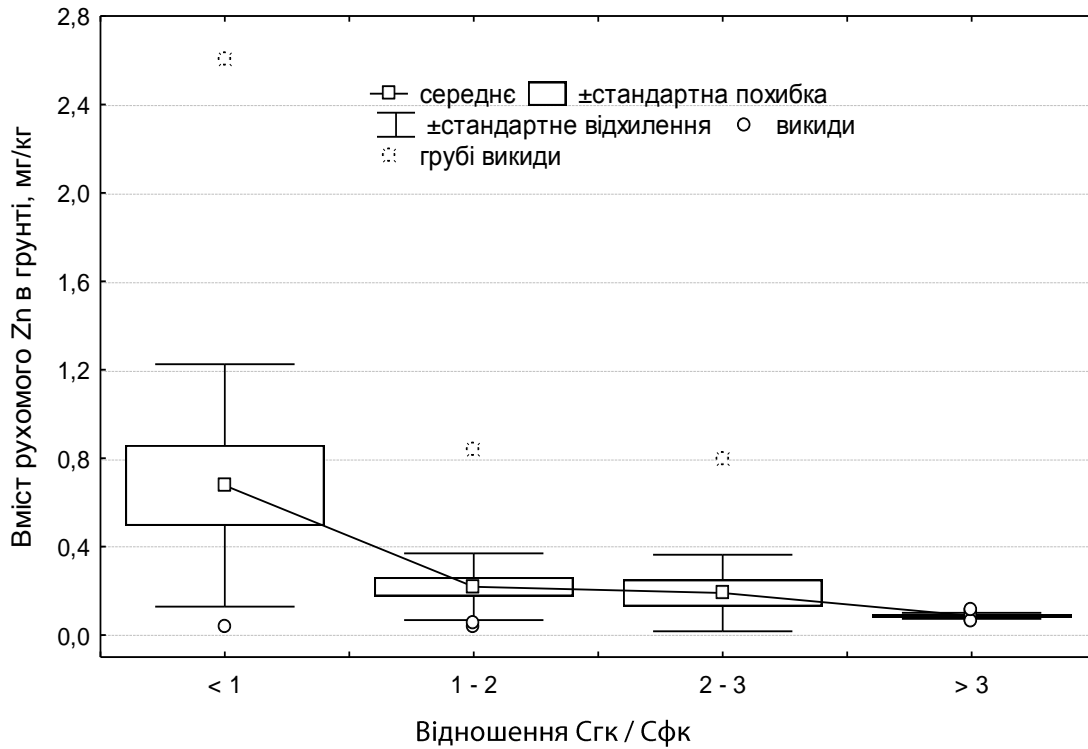


Рис. 1. Вплив співвідношення вмісту вуглецю гумінових та фульвокислот у складі органічної речовини ґрунтів на вміст рухомих форм цинку у ґрунтах

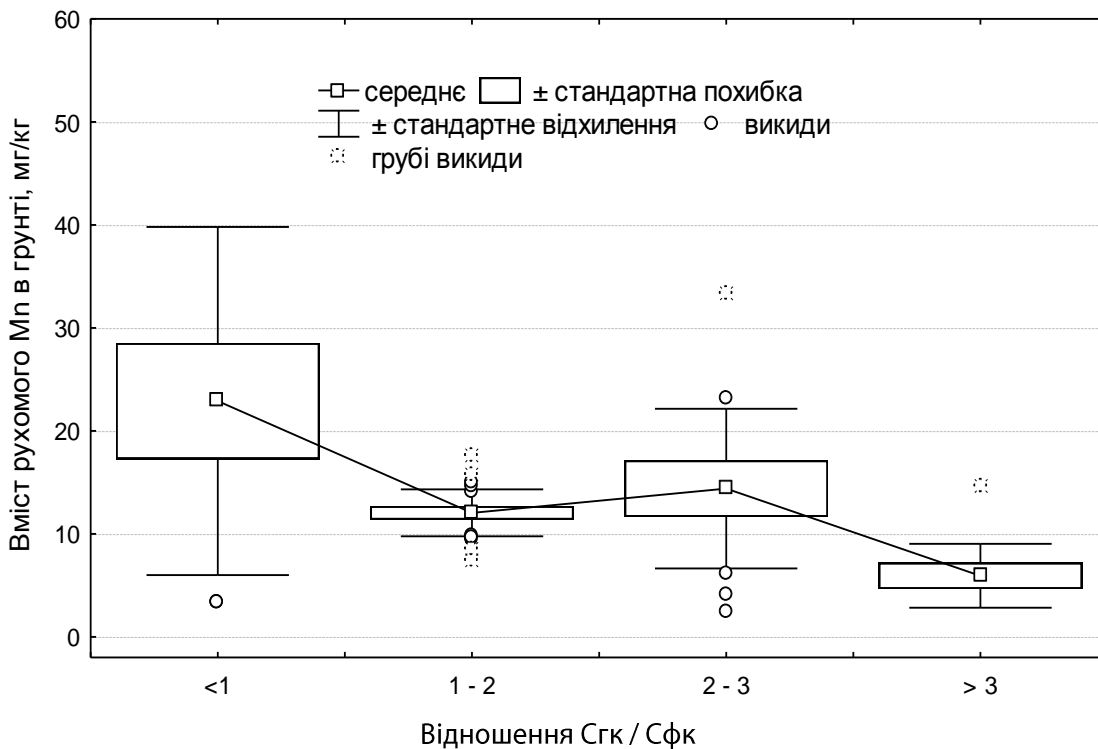


Рис. 2. Вплив співвідношення вмісту вуглецю гумінових та фульвокислот у складі органічної речовини ґрунтів на вміст рухомих форм марганцю у ґрунтах

У групі ґрунтів, де відношення Сгк / Сфк більше 1, вміст рухомого Mn є достовірно меншим – $12,04 \pm 0,94$ мг/кг ґрунту, $p = 0,02$. Близьким до цього є вміст рухомих форм марганцю у ґрунтах, де відношення Сгк / Сфк варіює в межах від 2 до 3 – $14,40 \pm 3,92$ мг/кг. Як і для Zn, для рухомого Mn найнижчий вміст

констатовано за відношення Сгк / Сфк понад 3 – $5,93 \pm 1,81$ мг/кг ґрунту, що є достовірно нижчим ніж у всіх попередніх інтервалах, $p = 0,01 - 0,05$.

Дещо іншим чином впливає насиченість гумусу гуміновими кислотами на рухомість заліза. Вміст рухомих форм цього металу у ґрунтах описується рівнянням (3):

$$Fe = 3,53 - 0,72x, \quad (3)$$

де Fe – вміст рухомих форм заліза у ґрунті, мг/кг, x – відношення вмісту вуглецю гумінових кислот до вмісту вуглецю фульвокислот у ґрунті.

Залізо істотно не змінює рухомість у широкому інтервалі значень відношення Сгк / Сфк. Вміст рухомих сполук Fe змінюється від 2,80 мг/кг ґрунту за підвищеного вмісту фульвокислот до 2,11 мг/кг ґрунту за відношення Сгк / Сфк від 1 до 2 і 2,53 мг/кг ґрунту за відношенні Сгк / Сфк в межах 2 – 3 (рис. 3). Між даними інтервалами існують достовірні відмінності лише за значення критерію імовірності p , що дорівнює 0,26 та більше, тому такі відмінності можна характеризувати лише як тенденцію. Проте, різке зниження вмісту рухомих форм Fe відбувається за найбільшої насиченості органічної речовини більш консервативними гуміновими кислотами. Якщо Сгк / Сфк більше 3 - вміст рухомих сполук заліза становить $0,74 \pm 0,19$ мг/кг ґрунту, що є достовірно нижчим за попередньо розраховані інтервали, $p = 0,04-0,08$.

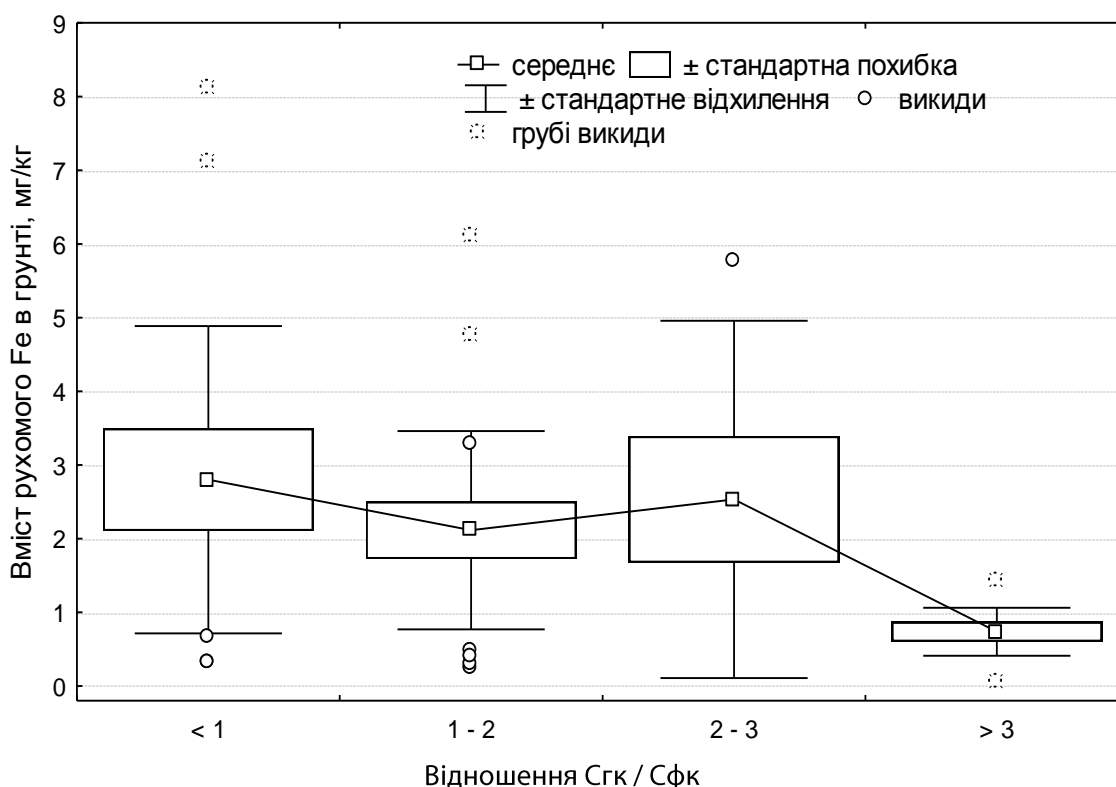


Рис. 3. Вплив співвідношення вмісту вуглецю гумінових та фульвокислот у складі органічної речовини ґрунтів на вміст рухомих форм заліза у ґрунтах

Висновки. Встановлено, що мікроелементи та важкі метали нерівномірно розподілені за різними компонентами органічної речовини ґрунтів. Для Cu, Zn, Co, Pb, Cd, Cr та Ni було властивим концентрування в фульватній частині гумусу і

лише для Mn – в гумінових кислотах, розподіл Fe можна охарактеризувати як рівномірний.

Доведено, що ґрунти, для яких властиве переважання фульвокислот у складі органічної речовини, містять більше рухомих сполук цинку та марганцю. Зниження вмісту рухомого заліза відбувається лише за значного домінування ГК у складі гумусу. Встановлені явища частково розкривають механізми рухомості мікроелементів у ґрунтах.

Список використаної літератури

1. Прянишников Д.Н. Азот в жизни растений и в земледелии СССР / Д.Н. Прянишников. – М.: АН СССР, 1945. – 197с.
2. Туев Н.А. Микробиологические процессы гумусообразования / Н.А. Туев. – М.: Агроромиздат, 1989. – 239с.
3. Содержание и формы микроэлементов в почвах / под ред. Н.Г. Зырина – М.: МГУ, 1979. – 387с.
4. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова / В.А. Ковда. – М.: Наука, 1985. – 264с.
5. Як зберегти та підвищити родючість чорноземів / за ред. Б.С. Носка, Г.Я. Чесняка. – К.: Урожай, 1984. – 200с.
6. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439с.
7. Кауричев И.С. Водорастворимые железоорганические соединения в почвах таёжно-лесной зоны / И.С. Кауричев, А.И. Карпунин // Почвоведение. – 1986. – № 3. – С. 66-72.
8. Карпунин А.И. Функции комплексных соединений в генезисе и плодородии почв / А.И. Карпунин // Известия ТСХА. – 1989. – № 4. – С. 54-61.
9. Чимитдоржиева Г.Д. Тяжёлые металлы (медь, свинец, никель, кадмий) в органической части серых лесных почв Бурятии / Г.Д. Чимитдоржиева, А.З. Нимбуева, Е.А. Бодеева // Почвоведение. – 2012. – №2. – С. 166-172.

Стаття надійшла до редколегії 23.05.2013

INFLUENCE OF HUMUS ACIDS RATIO IN SOIL ORGANIC MATTER ON THE CONTENT OF TRACE ELEMENTS MOBILE FORMS IN DIFFERENT SOILS OF UKRAINE

D.O. Semenov

NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky"

(pochva@meta.ua)

It was found that the trace elements are not evenly distributed in the different components of soil organic matter. It is shown that the accumulation of trace elements in different types of soil is increased with the increase of the share of fulvic acids in its composition. The regular nature of the relationships is confirmed by the equation of regression relationship between the content of available compounds of zinc, manganese and iron and value Cha / Cfa was built.

Key words: trace elements, mobile forms, fulvic acids, humic acids, equation of regression