

Зв'язок показників гумусового стану та рухомості важких металів у чорноземах

В.В. Дегтярьов*, О.Ю. Чекар**

Харківський Національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва, Харків, Україна,

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
Отримано 27.04.2020 Отримано після доопрацювання 11.09.2020 Затверджено до публікації 15.09.2020 Доступно онлайн 01.11.2020	Особлива роль гумусових речовин в поглинанні й утриманні важких металів є актуальним напрямом досліджень. Метою роботи було виявити зв'язок між вмістом у ґрунті рухомих форм деяких важких металів та параметрами індикаторів гумусового стану ґрунту, зокрема дослідити роль активного гумусу в регулюванні рухомості важких металів у ґрунті. Досліджувані показники: загальний вміст гумусу (за Тюриним); вміст власне гумусових речовин і детриту (за Шпрингером); вміст активного і пасивного гумусу (за Соколовським); вміст власне гумусових речовин у складі пасивного гумусу. Досліджувані рухомі форми важких металів (екстракцією амонійно-ацетатним буфером рН 4,8): цинк; кадмій; нікель; кобальт; залізо; манган; свинець; мідь. Об'єкти: (1) чорнозем типовий середньосуглинковий на території відділення «Михайлівська цілина» Українського природного степового заповідника (Сумська область); варіанти землекористування - абсолютна цілина; випалювана цілина; лісосмуга; переліг; рілля; (2) чорнозем типовий важкосуглинковий на лесоподібному суглинку на території дослідного поля ХНАУ ім. В.В. Докучаєва (Харківська область); варіанти - переліг; лісосмуга; рілля. Проведено кореляційний аналіз для виявлення залежності вмісту рухомих форм важких металів від параметрів гумусового стану у шарах ґрунту 0-10 і 10-20 см. Згідно з коефіцієнтами кореляції вміст рухомих форм важких металів у ґрунті визначається якістю і співвідношенням компонентів його органічної частини. У шарі 0-10 см ґрунту Михайлівської цілини в усіх досліджуваних варіантах землекористування з окремими складовими гумусу найбільш тісно пов'язаний вміст рухомих форм мангану, міді, цинку, кадмію, заліза, у ґрунті Роганського стаціонару – міді, цинку, кобальту і свинцю. У шарі 10-20 см у деяких випадках починає проявлятися роль тих показників гумусового стану, які в шарі 0-10 см характерного впливу практично не виявляли. Із зразків ґрунту, з яких було вилучено активний гумус, екстраговано значно більшу кількість важких металів, ніж із звичайних зразків, чим аргументовано, що активний гумус стримує перехід важких металів у ґрунтовий розчин, тобто, знижує рухомість важких металів і доступність рослинам. Цей феномен названо блокувальною функцією активного гумусу.
Ключові слова: власне гумусові речовини; детрит; колоїдні форми гумусу; кореляційний аналіз; параметри індикаторів гумусового стану; рухомі форми важких металів; чорнозем;	

E-mail: * DVV4013@gmail.com; ** chekarlena@gmail.com

Форма цитування: Дегтярьов В.В., Чекар О.Ю. Зв'язок показників гумусового стану та рухомості важких металів у чорноземах. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. тем. наук. збірник. Вип. 90. Харків: ННЦ "ІГА ім. О.Н. Соколовського". 2020. С. 4-12. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss90-01>

Список використаних джерел

1. Глазовская М.А. Проблемы и методы оценки эколого-геохимической устойчивости почв и почвенного покрова к техногенным воздействиям. *Почвоведение*. 1999. №1. С. 114-124.
2. Грінченко Т.О., Фатеев А.І. Вплив рівня забруднення чорнозему опідзоленого важкими металами на урожай гречки. *Актуальні питання екології та охорони навколишнього середовища*: зб. наук. праць. Вип. 1. Харків, 1995. С. 79-85.
3. Прогнозування рівнів вмісту мікроелементів і важких металів у ґрунтах різного генезису для оцінювання їх екологічних та продукційних функцій / В.Л. Самохвалова, Є.В. Скрильник, Л.О. Шедей [та ін.]. *Ecology and noospherology*. 2016. Vol. 27, №. 1–2. С. 72-88. DOI: <https://doi.org/10.15421/031607>.
4. Співвідношення Стк/Сфк у ґрунтах України як показник рухомості мікроелементів / А.І. Фатеев, Д.О. Семенов, М.М. Мірошниченко [та ін.]. *Вісник аграрної науки*. 2013. №7. С. 16-19. URL: https://agrovisnyk.com/oldpdf/visnyk_07_2013.pdf.
5. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Ленинград: Наука, 1980. 288 с.
6. Ачасова А.А. К вопросу о роли гумуса в аккумуляции тяжелых металлов в почвах. *Вісник ХДАУ ім. В.В. Докучаєва*. Серія «ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство». 1999. №2. Харків: ХДАУ. С. 106-114.
7. Ильин В.Б. Буферные свойства почвы и допустимый уровень ее загрязнения тяжелыми металлами. *Агрохимия*. 1997. №11. С. 65-70.
8. К экологической обстановке в Новосибирске: тяжелые металлы в местных почвах и огородных культурах / В.Б. Ильин, А.И. Сысо, Г.А. Конарбаева, Н.Л. Байдина. *Агрохимия*. 1997. №3. С. 76-83.
9. Морган Є.М. Вміст Zn в темно-каштанових ґрунтах біосферного заповідника «Асканія-Нова». *News Biosphere Reserve «Askania Nova»*. 2009. Vol. 11. С. 112-115.
10. Волощинська С.С. Важкі метали в ґрунтах урбоекосистем м. Ковеля. *Біологічні системи*. 2012. Т. 4, Вип. 2. С. 145-148.
11. Фоновое содержание и состав соединений цинка, меди и свинца в черноземе обыкновенном естественных ландшафтов Ростовской области / Т.В. Бауэр, Т.М. Минкина, С.С. Манджиева [и др.]. *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 2015. №4 (20). С. 186-199. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/foonovoe-soderzhanie-i-sostav-soedineniy-tsinka-medi-i-svintsa-v-chnozeme-obyknovennom-estestvennyh-landshaftov-rostovskoy-oblasti/viewer>.
12. Джувеликян Х.А. Подвижные формы тяжелых металлов в черноземах незагрязненных ландшафтов. *Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация*. 2005. №1. С. 107-112. URL: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/chembio/2005/01/djuvelikyan.pdf>.
13. Крупский Н.К., Александрова А.М. К вопросу об определении подвижных форм микроэлементов. Микроэлементы в жизни растений, животных и человека. Киев: Наукова думка, 1964. Т.1. С. 125-133.
14. Практикум з ґрунтознавства: навч. посібник / Д.Г. Тихоненко, В.В. Дегтярьов, С.В. Крохін [та ін.]; за ред. проф. Д.Г. Тихоненка і В.В. Дегтярьова. Харків: Майдан, 2009. 448 с.
15. Лактионов М.І., Дегтярьов В.В., Шелар І.А. Лабораторний практикум з ґрунтознавства. 5-е вид., перероб. і доп. Харків: ХДАУ, 1998. 122 с.
16. Соколовский А.Н. Из области явлений, связанных с коллоидальной частью почвы. Избр. труды. Киев: Урожай, 1971. С. 10-128.

17. Лактионов Н.И. Органическая часть почвы в агрономическом аспекте: Монография / Харьк. гос. аграр. ун-т. им. В.В. Докучаева. Харьков: ХГАУ, 1998. 95 с.

18. Спосіб визначення інтенсивності антропогенного навантаження на чорноземні ґрунти. Патент на корисну модель 58047 Україна МПК G01N 33/24 (2011.01). / Дегтярьов В.В., Тихоненко Д.Г., Крохін С.В., Моргунова О.І., Жернова О.С.; Власник - Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва. № у 2010 11240; заявл. 20.09.2010. Бюл. №6.

19. Чекар О.Ю. Роль гумусу в стабілізації ґрунтових процесів у чорноземах типових Лівобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к-та с.-г. наук: 06.01.03. Харків, 2001. 20 с. [http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis64r_81/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=ARD&P21DBN=ARD&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=fullweb&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=A=&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%A7%D0%B5%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%9E.%D0%AE.\\$](http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis64r_81/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=ARD&P21DBN=ARD&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=fullweb&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=A=&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%A7%D0%B5%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%9E.%D0%AE.$)

20. Чекар О.Ю. Зв'язок вмісту рухомих форм важких металів з кількісними і якісними показниками гумусу у чорноземах. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва*. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство». Харків, 2005. №1. С. 100-103.

21. Методологические и методические аспекты почвоведения / В.К. Бахнов, Г.П. Гамзиков, В.Б. Ильин [и др.]; отв. ред. И.М. Гаджиев. АН СССР, Новосибирск: Наука. Сиб. отд. 1988. 168 с.

22. Информационно-энергетическая оценка состояния тяжелых металлов в черноземах / В.Н. Гукалов, В.А. Черников, В.И. Савич [и др.]. С. 178-183. 2020. URL: <https://cyberleninka.ru/article/2020/05/n/informatsionno-energeticheskaya-otsenka-sostoyaniya-tyazhelyh-metallor-v-chnozemah/viewer/>

23. Горбунов Н.И. Почвенные коллоиды и их значение для плодородия. Москва: Наука, 1967. 160 с.

UDC 631.417.2:[631.453:631.445.41]

Relationship between humus condition indicators and mobility of heavy metals in chernozems

V.V. Degtyarjov*, O.Yu. Chekar**

Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaev, Kharkiv, Ukraine

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Received 27.04.2020 Received in revised form 11.09.2020 Accepted 15.09.2019 Available online 01.11.2020</p> <hr/> <p><i>Keywords:</i></p> <p>actual humus substances; chernozem; colloidal forms of humus; correlation analysis; detritus; humus state indicators; mobile forms of heavy metals</p>	<p>The special role of humus substances in the absorption and retention of heavy metals is an important area of research. The aim was to establish a correlation between the content of the mobile forms of some heavy metals and the parameters of soil humus indicators, in particular to investigate the role of active humus in regulating the mobility of heavy metals in the soil. The studied indicators: the total humus content (according to Tyurin); the content of the actual humus substances and detritus (semi-decomposed, lost anatomical structure of organic remains) (according to Springer); the content of active humus (this is the part of humus that can be peptized due to the replacement of metabolically absorbed calcium in the soil by sodium) and passive humus (that is not peptized after complete removal of calcium), the content of the actual humus substances in the composition of passive humus) (according to Sokolovsky). Investigated mobile forms of heavy metals (extraction with ammonium acetate buffer pH 4,8): zinc; cadmium; nickel; cobalt; iron; manganese; lead; cuprum. The research sites: (1) chernozem typical (Calcic Voronic Chernozem SiL UE1) on the territory of the «Mykhailivska tsilyna» (Sumy region); land use options: absolute virgin land; burnt-out virgin land; forest belt; fallow land; arable; (2) chernozem typical (Calcic Voronic Chernozem CL UE1) at the experimental field in Kharkiv region - Rogan station; options: fallow land, forest belt, arable land: (a) unfertilized; (b) the mineral system; (c) organo-mineral system. Correlation analysis was performed to identify the dependence of the content of mobile forms of heavy metals on the indicators of the humus state separately in two soil layers (0-10 and 10-20 cm). In the layer of 0-10 cm for «Mykhailivska tsilyna» in all investigated land use options the content of mobile forms of manganese, cuprum, zinc, cadmium, iron is most closely connected with separate components of humus, at the same time. In the soil of Rogan station in layer 0-10 cm the closest relationship can be traced between humus and the content of mobile forms of cuprum, zinc, cobalt and lead. On the contrary, in a layer of soil of 10-20 cm other features were shown. Significantly more heavy metals were extracted from soil samples from which active humus had been previously removed than from conventional samples. This is an argument that active humus inhibits the transition of heavy metals into the soil solution, ie, reduces the mobility of heavy metals and accessibility to plants. This phenomenon is called the "blocking function" of active humus.</p>

E-mail: * DVV4013@gmail.com; ** chekaralena@gmail.com

Citing: Degtyarjov V.V., Chekar O.Yu. 2020. Relationship between humus condition indicators and mobility of heavy metals in chernozems. *Agrochemistry and Soil Science*. Collected papers. No. 90. Kharkiv: NSC ISSAR, P. 4-12. (Ukr.). DOI: <https://doi.org/10.31073/acss90-01>.

References

1. Glazovskaya M.A. 1999. Problems and methods for assessing the ecological and geochemical resistance of soils and soil cover to technogenic impacts. *Soil science*. №1. P. 114-124. (Rus.).
2. Hrinchenko T.O., Fatjejev A.I. 1995. Influence of the level of contamination of luvic chernozem with heavy metals on the buckwheat harvest. *Current issues of ecology and environmental protection*: Collected papers. Kharkiv. №1. P. 79-85. (Ukr.).
3. Samokhvalova V.L., Skrylnyk Ye.V., Shediei L.O., Lopushniak V.I., Oliinyk N.V., Samokhvalova P.A., Mandryka O.V. 2016. Predicting levels of trace elements and heavy metals in soils of different genesis to evaluate their ecological and productive functions. *Ecology and noospherology*. Vol. 27. №1-2. P. 72-88. DOI: <https://doi.org/10.15421/031607>. (Ukr.).
4. Fatjejev A.I., Semenov D.O., Miroshnychenko M.M., Lykova O.A., Smirnova K.B., Shemet A.M. 2013. The ratio of humic acids carbon / fulvic acids carbon in the soils of Ukraine as an indicator of trace element mobility. *Bulletin of Agricultural Science*. №7. P. 16-19. (Ukr.). URL: https://agrovisnyk.com/oldpdf/visnyk_07_2013.pdf.
5. Aleksandrova L.N. 1980. Soil organic matter and processes of its transformation. Leningrad: Nauka. 288 p. (Rus.).
6. Achasova A.O. 1999. On the role of humus in the accumulation of heavy metals in soils. *Bulletin of the KhSAU named after V.V.*

Dokuchaev. Series "Soil Science, Agrochemistry, Agriculture, Forestry". № 2. Kharkiv. P. 106-114. (Rus.).

7. Ilin V.B. 1997. Buffer properties of the soil and the permissible level of contamination with heavy metals. *Agrochemistry*. №11, P. 65-70. (Rus.).

8. Ilin V.B., Syso A.I., Konarbaeva G.A., Baydina N.L. 1997. To the ecological situation in Novosibirsk: heavy metals in local soils and garden crops. *Agrochemistry*. №3. P. 76-83. (Rus.).

9. Morhun Ye.M. 2009. Zn content in the haplic kastanozem of the Askania-Nova Biosphere Reserve. *News Biosphere Reserve «Askania Nova»*. Vol. 11. P. 112-115. (Ukr.).

10. Voloshynska S.S. 2012. Heavy metals in the soils of urban ecosystems of Kovel. *Biological systems*. T. 4. Iss. 2. P. 145-148. (Ukr.).

11. Bauer T.V., Mynkyna T.M., Mandzhyeva S.S., Chaplygyn V.A., Nevydomskaja D.G., Sushkova S.N., Bakoev S.Ju. 2015. Background concentration and composition of zinc, copper and lead compounds in the chernozem ordinary in natural landscapes of the Rostov region. *Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems*. №4 (20). P. 186-199. (Rus.).

12. Dzhuvelikian H.A. 2005. Mobile forms of heavy metals in the chernozems of unpolluted landscapes. *Vestnik VGU. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*. №1. P. 107-112. (Rus.).

13. Krupskii N.K., Aleksandrova A.M. 1964. On the question of determining the mobile forms of trace elements. Trace elements in the life of plants, animals and humans. Kyiv: Naukova Dumka. T. 1. P. 125-133. (Rus.).

14. Handbook on soil science: textbook / Edited by D.G. Tykhonenko. 6th Iss. Kharkiv: Maidan. 2009. 448 p. (Ukr.).

15. Laktionov M.I., Degtyarjov V.V., Shelar I.A. 1998. Laboratory workshop on soil science. 5th Iss. Kharkiv: KhDAU. 122 c. (Ukr.).

16. Sokolovsky A.N. 1971. From the field of phenomena associated with the colloidal part of the soil. Selected Papers. Kyiv: Urozhaj. P. 10-128. (Rus.).

17. Laktionov M.I. 1998. The organic part of the soil in an agronomic aspect: monograph. Kharkiv state Agrarian University named after V.V. Dokuchaev. Kharkiv: KhDAU. P. 95. (Rus.).

18. Degtyarjov V.V., Tykhonenko D.G., Krokhin S.V., Morgunova O.I., Zhernova O.S. Method for determining the intensity of anthropogenic load on chernozem soils. / Patent for utility model 58047 Ukraine MPK G01N 33/24 (2011.01). Owner - Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaev. № u 2010 11240; declared 20.09.2010. Bull. №6.

19. Chekar O.Yu. 2001. The role of humus in the stabilization of soil processes in typical chernozems of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine: author's abstract. dis. to receive sciences. degree to-that agricultural sciences: 06.01.03. Kharkiv, 20 p. (Ukr.).

20. Chekar O.Yu. 2005. Relationship between the content of mobile forms of heavy metals with quantitative and qualitative indicators of humus in chernozems. *Bulletin of the KhNAU named after V.V. Dokuchaev*. Series "Soil Science, Agrochemistry, Agriculture, Forestry". Kharkiv: KhNAU. №1. C.100-103. (Ukr.).

21. Bakhnov V.K., Gamzikov G.P., Ilin V.B. 1988. Methodological and methodical aspects of soil science / edited by scientific editorship of Y.M. Gadzhyev. USSR Academy of Sciences. Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie. P.168. (Rus.).

22. Gukalov V.N., Chernikov V.A., Savych V.Y., Belopuhov S.L., Shajhyev Y.G. 2020. Information and energy assessment of the state of heavy metals in chernozems. URL: <https://cyberleninka.ru/article/2020/05/n/informatsionno-energeticheskaya-otsenka-sostoyaniya-tyazhelyh-metallov-v-chnozemah/viewer>. P. 178-183. (Rus.).

23. Gorbunov N.I. 1967. Soil colloids and their importance for fertility. Moscow: Nauka. 160 p. (Rus.).

УДК 631.417.2:[631.453:631.445.41]

Связь показателей гумусового состояния и подвижности тяжелых металлов в черноземах

В.В. Дегтярев*, Е.Ю. Чекар**

Харьковский Национальный Аграрный Университет им. В.В. Докучаева, Харьков, Украина,

E-mail: *DVV4013@gmail.com; ** chekaralena@gmail.com

Особая роль гумусовых веществ в поглощении и закреплении тяжелых металлов является актуальным направлением исследований. Целью работы было выявить связь между содержанием в почве подвижных форм некоторых тяжелых металлов и параметрами индикаторов гумусового состояния почвы, в частности, исследовать роль активного гумуса в регулировании подвижности тяжелых металлов в почве. Исследуемые индикаторы гумусового состояния почвы: общее содержание гумуса (по Тюрину); содержание собственно гумусовых веществ и детрита (по Шпрингеру); содержание активного и пассивного гумуса (по Соколовскому); содержание собственно гумусовых веществ в составе пассивного гумуса (Патент на полезную модель 58047). Исследуемые подвижные формы тяжелых металлов (экстракцией аммонийно-ацетатным буфером pH 4,8): цинк; кадмий; никель; кобальт; железо; марганец; свинец; медь. Исследования вели на двух объектах: (1) чернозем типичный среднесуглинистый на лессовидном суглинке на территории отделения «Михайловская целина» Украинского природного степного заповедника (Лебединский район, Сумская область); варианты землепользования: абсолютная целина; выжигаемая целина; лесополоса; залежь; пашня; (2) чернозем типичный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке на территории опытного поля ХНАУ им. В.В. Докучаева (Харьковский район, Харьковская область) - Роганский стационар; варианты: залежь; лесополоса; пашня: (а) без удобрений; (б) минеральная система удобрения; (в) органо-минеральная система удобрения. Проведен корреляционный анализ для выявления зависимости содержания подвижных форм тяжелых металлов от параметров гумусового состояния в двух слоях почвы (0-10 и 10-20 см). Согласно значениям коэффициентов корреляции доказано, что различное содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве определяется качеством и соотношением компонентов её органической части - гумусовым состоянием. В слое 0-10 см почвы Михайловской целины во всех исследуемых вариантах землепользования с отдельными составляющими гумуса наиболее тесно связано содержание подвижных форм марганца, меди, цинка, кадмия, железа, в это же время, в почве Роганского стационара в слое 0-10 см наиболее тесная связь прослеживается между отдельными составляющими гумуса и содержанием подвижных форм меди, цинка, кобальта и свинца. В слое 10-20 см выявленные закономерности изменяются, а именно, почти теряется связь между содержанием подвижных форм тяжелых металлов с показателями гумусового состояния. Следует отметить, что в слое 10-20 см в некоторых случаях начинает проявляться влияние тех показателей гумусового состояния, которые в слое 0-10 см характерного влияния практически не проявляли. Из образцов почвы, из которых был извлечен активный гумус, экстрагировано значительно большее количество тяжелых металлов, чем из обычных образцов, что позволяет заключить, что активный гумус сдерживает переход тяжелых металлов из почвы в почвенный раствор, то есть, снижает подвижность, доступность тяжелых металлов растениям. Этот феномен можно назвать блокирующей функцией активного гумуса, благодаря которой в корнеобитаемом слое почвы создается оптимальное соотношение полезных для растений питательных элементов.

Ключевые слова: детрит; коллоидные формы гумуса; корреляционный анализ; параметры индикаторов гумусового состояния; подвижные формы тяжелых металлов; собственно гумусовые вещества; чернозём.