

---

# ECOLOGICAL SOIL SCIENCE

---

---



K. O. Desyatnik ✉

UDK 631.4

---

*National Scientific Centre «O. N. Sokolovsky Institute  
for Soil Science and Agrochemistry»,  
Chaikivska str., 4, Kharkiv, Ukraine, 61024*

---

## **ROLE OF CALCIUM IN OPTIMIZATION OF FERTILITY PARAMETERS AND CONDITIONS OF PEDOBIONT EXISTENCE IN CHERNOZEMS PODZOLIZED**

**Abstract.** Physical, physical-chemical and biological properties of soil, and above all, the reaction of its medium, proportionally dependent on its absorption capacity, especially in relation to such important macronutrient as calcium.

On chernozem soils of Forest-Steppe zone during podsolization, saturation of soil by calcium decreases that causes increasing its acidity, it has detrimental effect on biota, especially for members of soil invertebrates, which in turn play an important role in the transformation of matter and energy of ecosystems in maintaining ecological functions and improving natural soil fertility.

Therefore, the issue of calcium availability and ways to improve its content in soil is very popular. Primary importance becomes liming, which is not only a factor in increasing the pH of acidic soils, but also contributes to ensuring this element for soils, plants, and by food chain for animals and people.

Purpose of the work – to establish the relationship between changes in physical and chemical parameters and the number of soil invertebrates (mesofauna) and structural-aggregate state of chernozem podzolized heavy loam by application of calcium ameliorants.

Research on the effect of containing calcium ameliorants for physical and chemical and biological parameters of chernozem podzolized heavy loam were conducted during 2012–2014 in the Experimental Field «Slobozhanske» State Enterprise of National Scientific Center «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky» (Kharkiv district, Kharkiv region) small plot experiment. Scheme experiment: 1) control (without meliorants); 2) slaked lime; 3) dolomite; 4) cement dust; 5) red mud. It was determined the dynamics of changes in pH, Ca activity, number of lumbricids and structural condition of the soil.

Measurement of pH and activity of calcium ions ( $\text{Ca}^{2+}$ ) was performed at the beginning and end of the growing season for three years in undisturbed soil (in situ) by direct potentiometry using ionselectivnyh electrodes for certified methodology NSC ISSAR (MVI 31-497058-023-2005).

Calculation of soil invertebrates (mesofauna) was performed by hand excavation and demolition soil samples by the method Gilyarova.

The structural composition of soil was determined by screening in air-dry and wet sieving method N. I Savinova at a depth of 0–20 cm with subsequent determination coefficient structuring and vodotryvkosti.

As a result of the application of calcium ameliorants on chernozem podzolized heavy loam, there was a significant increase in activity of calcium, which in turn led to the neutralization of soil acidity. These

---

✉ Tel.: +38066-414-07-02. E-mail: karina.desyatnik@i.ua

DOI: 10.15421/041505

changes in physical and chemical properties of the soil were naturally reflected in the number of soil biota. Because, ground mesofauna is one of the most important indicators of the environment. For example, reducing biodiversity pedofauna weakens the zoo of processes, and as a consequence of land degradation.

In the result of research, carried out during three years a positive linear relationship between increasing pH and number of lumbricids (rain worms) was determined, it was possible to note that by liming of chernozem podzolized the most favorable environmental conditions for life were created. At the same time it was proved that liming contributes to the formation of soil aggregates coagulation of colloids, and as a result soil structure improving. Statistical analysis of the data indicates a high level of correlation between the activity of calcium and structuring factor  $r=0,93$ . At the same time, there is a pattern to increase structuring coefficient by increasing the number of lumbricids ( $r = 0,74$ ). Such dependence confirms the key role of calcium in the course of soil processes, and the need for a systematic approach in the study of influence of external factors on soil.

In this article it is proved that the application of calcium ameliorants on chernozem podzolized, not only neutralizes soil acidity, but also improves conditions for the existence of soil invertebrates, which make a kind of biological soil reclamation, that ultimately contributes to its fertility reproduction and self-regulation.

**Key words:** calcium, lime ameliorants, chernozem podzolized, lumbricids, structure.

УДК 631.4

К. А. Десятник

*Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии им. А. Н. Соколовского», ул. Чайковская, 4, г. Харьков, Украина, 61024, тел.: +38066-414-07-02, e-mail: karina.desyatnik@i.ua*

### **РОЛЬ КАЛЬЦИЯ В ОПТИМИЗАЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ И УСЛОВИЙ СУЩЕСТВОВАНИЯ ПЕДОБИОНТОВ В ЧЕРНОЗЕМЕ ОПОДЗОЛЕННОМ**

**Аннотация.** В данной статье на основании результатов научных исследований, выполненных в полевом опыте на протяжении 2012–2015 гг., приведена характеристика изменения кислотно-основного состояния, структурности и численности почвенных беспозвоночных в черноземе оподзоленном под воздействием известковых мелиорантов. Установлено, что внесение кальцийсодержащих мелиорантов, содействует не только нейтрализации почвенной кислотности, но и улучшает условия существования для почвенных беспозвоночных, которые в свою очередь проводят своего рода биологическую мелиорацию почв, что, в конечном счете, содействует самовосстановлению и саморегуляции ее плодородия.

**Ключевые слова:** кальций, известковые мелиоранты, чернозем оподзоленный, любрициды, структура.

УДК 631.4

К. О. Десятник

*Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського», вул. Чайковська, 4, м. Харків, Україна, 61024, тел.: +38066-414-07-02, e-mail: karina.desyatnik@i.ua*

### **РОЛЬ КАЛЬЦІУ В ОПТИМІЗАЦІЇ ПОКАЗНИКІВ РОДЮЧОСТІ ТА УМОВ ІСНУВАННЯ ПЕДОБІОНТІВ У ЧОРНОЗЕМІ ОПІДЗОЛЕНОМУ**

**Анотация.** У даній статті на підставі результатів наукових досліджень, виконаних у дрібноділянковому польовому досліді протягом 2012–2015 рр., надано характеристику зміни кислотно-основного стану, структурності та чисельності ґрунтових безхребетних в чорноземі опідзоленому під впливом вапняних меліорантів. Встановлено, що внесення кальцієвмісних меліорантів, сприяє не лише нейтралізації ґрунтової кислотності, а й поліпшує умови існування для ґрунтових безхребетних, які в свою чергу чинять свого роду біологічну меліорацію ґрунту, яка в кінцевому рахунку, сприяє самовідтворенню та саморегуляції його родючості.

**Ключові слова:** кальцій, вапняні меліоранти, чорнозем опідзолений, любрициди, структура.

## ВСТУП

Фізичні, фізико-хімічні та біологічні властивості ґрунту, і перш за все, реакція його середовища, пропорційно залежать від його поглинальної здатності, насамперед за відношенням до такого важливого макроелементу як кальцій.

На чорноземних ґрунтах лісостепової зони в процесі опідзолення знижується насиченість ґрунту кальцієм, а на його місце в поглинутому стані стає іон водню, який негативно впливає на фізико-хімічні і, як наслідок, і на біологічні властивості ґрунту. Разом із тим, зниження вмісту кальцію призводить до того, що колоїди в верхньому горизонті цих ґрунтів недостатньо коагульовані, пептизуються і поступово вимиваються вглиб під дією атмосферних опадів, як наслідок руйнується структура, погіршуються водно-фізичні властивості ґрунту.

Кальцій в ґрунті має велике значення не лише тому, що він попереджає вимивання колоїдно активного гумусу, а й через те, що він забезпечує сприятливі умови для гуміфікації органічних решток, а після перетворення їх в гумус уповільнює його розкладання (Sokolovskiy, 1956). Завдяки такій триєдиній дії кальцію в ґрунтах, насичених цим елементом, знаходиться більше гумусу, ніж в ненасичених.

В той же час низька забезпеченість ґрунту кальцієм є причиною підвищення його кислотності, яка згубно діє на біоту, особливо на представників ґрунтових безхребетних, які, в свою чергу, відіграють важливу роль у процесах трансформації речовини та енергії екосистем, у підтриманні екологічних функцій і покращенні природної родючості ґрунту. Біорізноманіття та чисельність цих тварин є важливими показниками для оцінки й характеристики їхнього біотичного потенціалу, індикаційного значення для діагностики стану екосистеми (Yavogickiu, 2010).

Узагальнюючи багаточисельні дослідження зоологів про роль безхребетних в процесах трансформації органічної речовини (Gilyarov and Striganov, 1978), виділяють наступні їх функції: подрібнення рослинних залишків; розщеплення деяких клітинних включень та целюлозних компонентів власними ферментами симбіонтів; взаємодія аміаку з лігніном, що має важливе значення в утворенні гумусових речовин; часткова мінералізація і гуміфікація; розповсюдження мікроорганізмів в підстильці та ґрунті; стимуляція мікробіологічної діяльності; переміщення рослинних залишків вглиб та перемішування їх з мінеральною частиною ґрунту.

Із вищенаведеного випливає виняткова роль кальцію в поглинальній здатності ґрунтів та формуванні їх фізико-хімічних і агрофізичних властивостей, саме тому питання забезпеченості та шляхи підвищення його вмісту в ґрунті є вельми актуальними. Особливого значення тут набуває вапнування, яке є не лише дієвим чинником підвищення рН, але й сприяє забезпеченню даним елементом ґрунтів, рослин, а за трофічним ланцюгом – тварин і людей.

Метою роботи є встановлення взаємозв'язку між зміною фізико-хімічних показників та чисельністю ґрунтових безхребетних (мезофауна) і структурно-агрегатним станом чорнозему опідзоленого важкосуглинкового при додаванні кальцієвмісних меліорантів.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження впливу кальцієвмісних меліорантів на фізичні, фізико-хімічні та біологічні показники чорнозему опідзоленого важкосуглинкового проводили протягом 2012-2014 рр. у Державній установі «Слобожанське дослідне поле», ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» (Харківський район, Харківська область) у дрібноділянковому досліді за наступною схемою: 1) контроль (без меліорантів); 2) гашене вапно; 3) доломіт; 4) цементний пил; 5) червоний шлам.

Вимірювання рН та активності іонів кальцію ( $\text{Ca}^{2+}$ ) проводили на початку та наприкінці вегетаційного періоду протягом трьох років у непорушеному ґрунті (ін

situ) методом прямої потенціометрії з використанням іонселективних електродів за атестованою методикою ННЦ ІГА (МВВ 31-497058-023-2005).

Облік ґрунтових безхребетних (мезофауна) проводили методом розкопок і ручного розбирання проб ґрунту за методикою Гілярова (Methods of soil-zoological research, 1987).

Структурно-агрегатний склад ґрунту визначали методом просіювання у повітряно-сухому стані та мокрого просіювання за методом Н. І. Савинова на глибині 0–20 см із наступним визначенням коефіцієнта структурності та коефіцієнту водотривкості (Tihonenko and Degtyarev, 2009).

## РЕЗУЛЬТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

В результаті внесення кальцієвмісних меліорантів на чорноземі опідзоленому відбулося значне підвищення активності кальцію, яке, в свою чергу, призвело до нейтралізації ґрунтової кислотності. Проведені дослідження свідчать про тісний кореляційний зв'язок між  $aCa$  та  $pH$  ґрунтового середовища ( $r = 0,67$ ). Побудоване рівняння регресії (рис. 1) свідчить про те, що підвищення активності кальцію на кожні 5 мекв/л підвищує  $pH$  ґрунтового середовища на 0,1 одиниці.

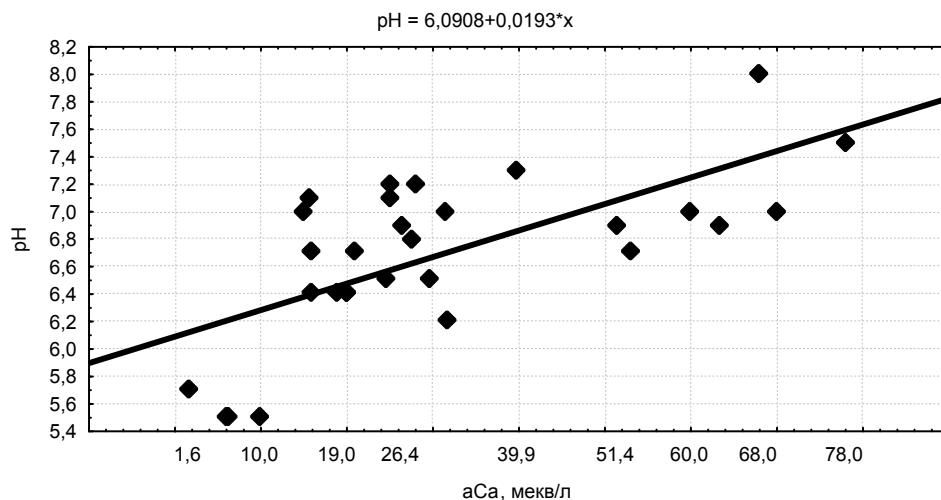


Рис. 1. Залежність між  $pH$  ґрунтового середовища та активністю  $Ca$  на чорноземі опідзоленому

Такі зміни фізико-хімічних показників ґрунту закономірно відобразилися на чисельності ґрунтової біоти, яка є одним з найбільш важливих індикаторів стану оточуючого середовища. Наприклад, зниження біорізноманіття педофауни призводить до послаблення рівня зоотичних процесів, і, як наслідок, до деградації ґрунтів. Саме тому в сучасних умовах актуальним є питання про охорону ґрунтової фауни, і, в першу чергу, тварин, які впливають на ґрунтоутворні процеси (дощові черв'яки, мікроартропод тощо). Це питання є особливо важливим та актуальним, коли мова йде про використання відходів виробництва для меліорації (окультурення) ґрунтів.

Враховуючи той факт, що самовідтворення та саморегуляція ґрунтової родючості тісно пов'язані з наявністю у ґрунті дощових черв'яків, нами проведені дослідження щодо їх чисельності залежно від застосування різних вапняних меліорантів та зміни  $pH$  ґрунтового середовища (табл. 1).

Метою досліджень не передбачалося встановлення типології дощових черв'яків, але відомо (Effect of earthworms to modify the microbial population and the enzyme activity in the soil, 2005), що у зоні проведення досліджень (Лівобережний Лісостеп) переважають дощові черв'яки виду *Lumbricus terrestris*.

**Чисельність люмбрицид залежно від застосування різних за походженням вапняних меліорантів на чорноземі опідзоленому**

Варіант	Кількість, екз/м <sup>2</sup>				
	2012 рік	2013 рік		2014 рік	
	вересень	травень	вересень	травень	вересень
Контроль	9,0	32,3	14,0	14,3	16,0
Гашене вапно	16,3	80,7	33,7	55,0	21,3
Крейда	15,3	70,3	30,0	39,0	20,0
Доломіт	8,7	61,3	30,0	54,7	12,3
Дефекат	9,7	57,3	27,0	43,7	21,0
Цементний пил	17,3	57,3	10,3	47,7	12,0
Вапняк флюсовий	8,7	70,3	41,7	41,0	23,0
Червоний шлам	20,7	28,7	6,0	39,0	8,0
НІР <sub>0,5</sub>	1,2	4,9	3,5	2,8	3,9

Встановлено, що при внесенні вапняних меліорантів чисельність дощових черв'яків є значно вищою порівняно з контролем. У травні кожного року їх чисельність збільшується за всіма варіантами, але вищезазначена закономірність зберігається. Винятком є лише варіант з червоним шламом, внесення якого чинить згубну дію на люмбрициди.

Згубний вплив червоного шламу, на наш погляд, пояснюється його поганою розчинністю в ґрунті і, як наслідок, утворення осередків з надмірною лужністю (високими рівнями рН).

І все ж таки можна зазначити, що при вапнуванні чорнозему опідзоленого створюються найбільш сприятливі екологічні умови для життєдіяльності дощових черв'яків. В результаті проведеного дослідження протягом трьох років встановлено позитивний зв'язок між підвищенням рН та чисельністю люмбрицид (рис. 2). Коефіцієнт Пірсона дорівнює  $r=0,77$ , що свідчить про високий взаємозв'язок між даними показниками.

Даний факт пов'язаний з тим, що дощові черв'яки дуже погано переносять високу кислотність. Ці тварини, споживаючи відмерлі рослинні залишки, детрит, мінеральні частки ґрунту, мікроорганізми тощо залишають у ґрунті копроліти (екскременти). Останні збагачені гумусовими речовинами (Gilyarov and Striganov, 1978), які є біологічними стимуляторами росту і розвитку рослин, центрами біологічної активності, важливими структуроутворювачами і здатні утворювати з металами стійкі сполуки, наприклад, з кальцієм – його гумати. Мікрофлора копролітів містить велику кількість ферментів, антибіотиків, амінокислот, вітамінів та інших біологічно активних речовин, що сприяє знешкодженню патогенної мікрофлори, поліпшенню мікробіологічної характеристики і оздоровленню ґрунту (Tsapko, 2009).

Отже, збільшення чисельності дощових черв'яків на чорноземі опідзоленому при вапнуванні свідчить про активізацію самовідновлюваних і саморегуляційних процесів у ґрунті та поліпшення його агроекологічного стану. Відомо, що копроліти дощових черв'яків мають нейтральну реакцію. Це обумовлено спеціальними залозами їх кишкового апарату з продукування вапна, яке нейтралізує кислоти, що утворюються при розкладі органічних речовин. Саме тому зниження кислотності та нейтралізація ґрунтів відбувається під впливом біологічного фактору і, в першу чергу, через зростання чисельності люмбрицид у ґрунтах за умов зменшення хімічних навантажень (мінеральних добрив та меліорантів, гербіцидів, фунгіцидів і т. ін.). Також черв'яки «переорюють» верхні шари ґрунту та мігрують на глибину до двох метрів, досягаючи лесових порід, які містять до 25–30 % карбонатів кальцію. Останнє обумовлює потрапляння у верхні шари ґрунту  $\text{CaCO}_3$  у складі копролітів, що сприяє зрушенню кислотно-основної рівноваги верхніх горизонтів у бік нейтральної реакції –

відбувається природна біологічна меліорація ґрунтів, яка, в кінцевому рахунку, сприяє самовідтворенню і саморегуляції їх родючості.

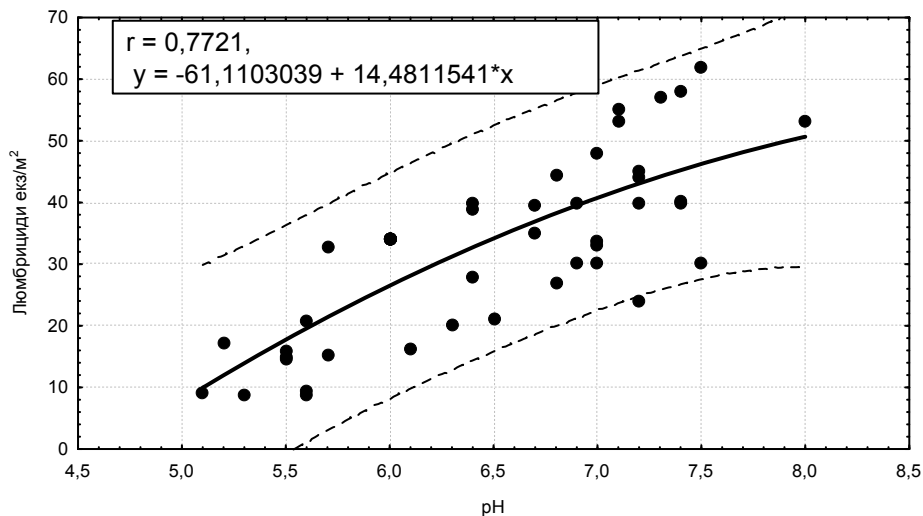


Рис. 2. Залежність чисельності любрицид від зміни рН ґрунтового середовища

Разом із цим в результаті наших досліджень було доведено, що вапнування сприяє утворенню ґрунтових агрегатів, коагуляції колоїдів, і, як результат, поліпшенню структури ґрунту та аерації (табл. 2). На всіх варіантах відмічено підвищення кількості агрономічно цінних фракцій 0,25–10 мм, на досліді з доломітом їх сума досягає 90 %. На варіантах з цементним пилом та червоним шламом спостерігається збільшення кількості брилистих фракцій, що можна пов'язати з тим фактом, що у складі цих відходів виробництва значна кількість домішок, яка може сприяти утворенню даної фракції.

Таблиця 2

Варіант	Сума фракцій, % розміром, мм			Коефіцієнт структурності, $K_c$
	>10	10-0,25	<0,25	
Контроль	2,7	78,8	18,5	3,8
Гашене вапно	2,0	87,6	10,4	7,1
Крейда	2,6	82,4	15,0	4,7
Доломіт	4,8	90,8	4,4	9,9
Дефекат	4,0	85,2	10,8	5,8
Цементний пил	5,8	86,2	8,0	6,2
Вапняк флюсовий	2,6	88,8	8,6	7,9
Червоний шлам	5,4	86,4	8,2	6,4

Сумарним показником, який характеризує якісний та кількісний склад структурних агрегатів, є коефіцієнт структурності: чим більша величина даного показника, тим краще оструктурений ґрунт.

Коефіцієнт структурності розраховували за формулою:

$$K = A/B,$$

де  $K$  – коефіцієнт структурності;  $A$  – сума макроагрегатів розміром від 0,25 до 10 мм, %;  $B$  – сума агрегатів < 0,25 та грудок > 10 мм, %.

Вищенаведені закономірності обумовили зміну коефіцієнта структурності досліджуваного ґрунту. На всіх варіантах цей показник свідчить про високу оструктуреність ґрунту. На варіанті з доломітом він є у три рази вищим порівняно з контролем.

Коефіцієнт структурності =  $2,6876+0,0234*x+0,0974*y$

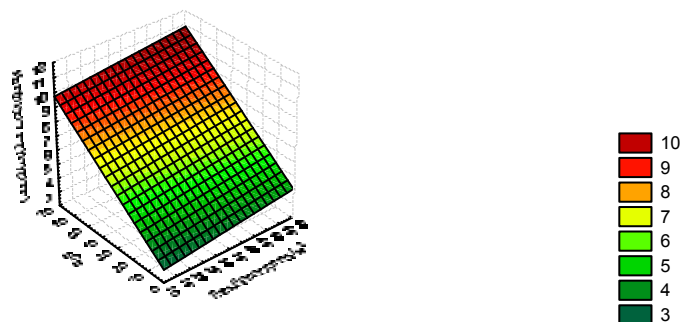


Рис. 3. Взаємозв'язок між показниками активності кальцію, коефіцієнтом структурності та чисельністю любрицид

Але ці позитивні зміни ми пов'язуємо не лише з насиченістю ґрунту кальцієм, який є одним з трьох головних структуроутворювачів (гумус, кальцій і глина), а й з поліпшенням при внесенні кальцієвмісних сполук (за рахунок нейтралізації кислотності) умов життєдіяльності любрицид (рис. 3), які суттєво поліпшують агроєкологію ґрунтів через формування водостійкої структури, поліпшення аерації та вологопроникливості, збагачення гумусом та азотом, суттєвого пригнічення розвитку патогенної і активізації діяльності корисної мікрофлори тощо.

Результати статистичної обробки даних свідчать про високий рівень кореляційного зв'язку між активністю кальцію та коефіцієнтом структурності ( $r=0,93$ ). В той же час ми спостерігаємо закономірність до підвищення коефіцієнту структурності при збільшенні чисельності любрицид ( $r=0,74$ ). Така залежність вкотре підтверджує ключову роль кальцію у перебігу ґрунтових процесів та необхідність системного підходу при дослідженні впливу зовнішніх факторів на ґрунти.

## ВИСНОВКИ

Внесення кальцієвмісних меліорантів на чорноземі опідзоленому сприяє не лише нейтралізації ґрунтової кислотності, а й поліпшує умови існування ґрунтових безхребетних, які, в свою чергу, чинять свого роду біологічну меліорацію ґрунту, яка, в кінцевому рахунку, сприяє самовідтворенню та саморегуляції його родючості.

\* \* \*

Роботу виконано під науковим керівництвом доктора біологічних наук Ю. Л. Цапка.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Bityutsky, N. P., Soloviev, A. N., Lukin, E. I., Lapshin, I. N., Vlasov, D. Y., Kudryashov, N. V., 2005.** Vliyanie dozhevykh chervey na modifikatsiyu populyatsii mikroorganizmiv i aktivnost fermentov v pochve [Effect of earthworms to modify the microbial population and the enzyme activity in the soil], Eurasian Soil Science, 1, 82–91 (in Russian).
- Gilyarov, M. S., 1975.** Metod pochvenno-zoologicheskikh issledovaniy [Methods of soil-zoological research], The city printing house, Moscow (in Russian).
- Gilyarov, M. S., Striganova, B. R., 1978.** Rol pochvennih bespozvonochnih v razlozhenii rastitelnih ostatkov i krugovorote veschestv [Role of soil invertebrates in the decomposition of plant residues and circulation of substances], Zoologiya bespozvonochn, 5, 8–69 (in Russian).
- Byzova, Y. B., Gilyarov, M. S., Dungen, V. et al., 1987.** Kolichestvennie metodi v pochvennou zoologii [Quantitative methods in soil zoology], The city printing house, Kharkiv (in Russian).
- Tihonenko, D. G., Degtyarev, V. V., 2009.** Praktikum z gruntoznavstva [Practice in Soil], The city printing house, Kharkiv (in Ukrainian).
- Sokolovsky, A. N., 1956.** Silskogospodarske gryntoznavstvo [Agricultural soil science], The city printing house, Moscow (in Ukrainian).

**Chernova, N. N., Stryhanova, B. R., 1988.** Opredelenie kolembol fauni SSSR [Determination kolembol fauna of the USSR], The city printing house, Moscow (in Russian).

**Tsapko, Yu. L., Kalinichenko, V. M., 2009.** Vpliv ruznih tehnologu okulturyuvannya kisliah gruntiv na yugo ekologichni vlastivosti [Effect of different technologies amelioration of acid soils on its environmental properties], Visnik HNAU, 1, 120–126 (in Ukrainian).

**Yavornytsky, V. I., 2010.** Riznomanittya ta osoblivosti formuvannya ugrupuvan gruntovih bezxrebetnu (mezofauna, mikroartropodu) u dibrovah rivnunnoi chastini verhav'ya baseyunu Dnistra [The variety and especially the formation of groups of soil invertebrates (mesofauna, mikroartropody) in oak plains of the upper basin of the Dniester], Naykovi osnovi zberejennya biotichnoi riznomanitnosti, 1(8), 1, 247–276 (in Ukrainian).

*Стаття надійшла в редакцію: 06.04.2015*

*Рекомендує до друку: д-р біол. наук, проф. Н. А. Білова*