

OLES HONCHAR DNIPROPETROVSK NATIONAL UNIVERSITY
(UKRAINE)

«TELEPRESINFORM» AGENCY (UKRAINE)

WITH THE ASSISTANCE OF:

CORDOBA UNIVERSITY (SPAIN)

SCIENTIFIC COUNCIL FOR SOIL SCIENCE ISSUES
OF NAS OF UKRAINE (UKRAINE)

RESEARCH AND TRAINING CENTER OF O. HONCHAR DNU –
A. L. BELGARD PRYSAMARYA BIOSPHERIC STATION

GRUNTOZNAVSTVO

SOIL SCIENCE

ґРҮНТОЗНАВСТВО

Vol. 16

no. 1–2

Scientific Journal
Founded in 2001

www.ussj.cv.ua

Kyiv – Dnipropetrovsk
2015

EDITORIAL BOARD:

A. P. Travleyev (Editor-in-Chief); *J. M. Recio Espejo* (Associate Editor); *J. G. Ray* (Associate Editor); *V. M. Petrenko* (Associate Editor); *K. M. Sytnik* (Associate Editor); *V. G. Radchenko* (Associate Editor); *V. A. Nykorych* (Associate Editor); *V. V. Morguun* (Associate Editor); *A. V. Bogovin* (Associate Editor); *V. A. Gorban* (Managing Editor); *S. A. Balyuk; N. A. Bilova; M. K. Chartko; S. G. Chorny; D. M. Grodzinsky; F. Gurbuz; V. I. Kanivets; N. R. Korpeyev; I. A. Mal'tseva; D. O. Mel'nicuik; L. P. Mytsyk; E. Nevo; V. V. Nykyforov; M. J. Opanasenko; V. I. Parpan; M. V. Polyakov; S. P. Poznyak; Yu. R. Shelyag-Sosonko; V. V. Shvartau; Gu Siyu; S. Skiba; O. O. Sozynov; P. C. Srivastava; V. S. Stogniy; D. G. Tikhonenko; N. N. Tsvetkova; I. Kh. Uzbek; N. V. Zaymenko; V. M. Zverkovsky.*

FOREIGN MEMBERS OF EDITORIAL BOARD:

J. G. Ray (Associate Editor); *J. M. Recio Espejo* (Associate Editor); *M. K. Chartko; F. Gurbuz; N. R. Korpeyev; E. Nevo; Gu Siyu; S. Skiba; P. C. Srivastava.*

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Чл.-кор. НАНУ, д-р біол. наук **А. П. Травлєєв** (голов. редактор); акад. УЕАН, д-р біол. наук **Ж. М. Ресіо Есπεжо** (заст. голов. редактора, Іспанія); акад. УЕАН, д-р біол. наук **Д. Г. Рей** (заст. голов. редактора, Індія); акад. НАНУ, д-р біол. наук **К. М. Ситник** (заст. голов. редактора); акад. НАНУ, д-р біол. наук **В. Г. Радченко** (заст. голов. редактора); канд. біол. наук **В. А. Нікорич** (заст. голов. редактора); канд. іст. наук **В. М. Петренко** (наук. редактор); акад. НАНУ, д-р біол. наук **В. В. Моргуєн** (наук. редактор); д-р біол. наук **А. В. Боговін** (наук. редактор); канд. біол. наук **В. А. Горбань** (відп. секретар); акад. НААНУ, д-р с.-г. наук **С. А. Балюк**; д-р біол. наук **Н. А. Білова**; акад. НАНУ, д-р біол. наук **Д. М. Гродзинський**; д-р біол. наук **Гу Сію** (Китай); д-р біол. наук **Ф. Гурбуз** (Туреччина); д-р біол. наук **Н. В. Заїменко**; д-р біол. наук **В. М. Зверковський**; д-р с.-г. наук **В. І. Канівець**; акад. АН Туркменістану, д-р біол. наук **Н. Р. Корпєєв** (Туркменістан); д-р біол. наук **І. А. Мальцева**; акад. НАНУ, д-р біол. наук **Д. О. Мельничук**; д-р біол. наук **Л. П. Мицик**; акад. НАНУ, д-р біол. наук **Е. Нево** (Ізраїль); д-р біол. наук **В. В. Никифоров**; д-р біол. наук **М. Є. Опанасенко**; д-р біол. наук **В. І. Парпан**; д-р геогр. наук **С. П. Позняк**; чл.-кор. НАНУ, д-р фіз.-мат. наук **М. В. Поляков**; д-р біол. наук **С. Скіба** (Польща); акад. НАНУ, акад. НААНУ, д-р с.-г. наук **О. О. Созінов**; д-р біол. наук **Р. С. Срівастава** (Індія); канд. техн. наук **В. С. Стогній**; д-р с.-г. наук **Д. Г. Тихоненко**; д-р біол. наук **І. Х. Узбек**; д-р біол. наук **Н. М. Цвєткова**; д-р геогр. наук **М. К. Чертко** (Білорусь); д-р с.-г. наук **С. Г. Чорний**; чл.-кор. НАНУ, д-р біол. наук **В. В. Швартау**; акад. НАНУ, д-р біол. наук **Ю. Р. Шеляг-Сосонко**.

ІНОЗЕМНІ ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:

Акад. УЕАН, д-р біол. наук **Ж. М. Ресіо Есπεжо** (Іспанія); акад. УЕАН, д-р біол. наук **Д. Г. Рей** (Індія); д-р біол. наук **Гу Сію** (Китай); д-р біол. наук **Ф. Гурбуз** (Туреччина); акад. АН Туркменістану, д-р біол. наук **Н. Р. Корпєєв** (Туркменістан); акад. НАНУ, д-р біол. наук **Е. Нево** (Ізраїль); д-р біол. наук **С. Скіба** (Польща); д-р біол. наук **Р. С. Срівастава** (Індія); д-р геогр. наук **М. К. Чертко** (Білорусь).

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Дніпропетровського національного університету ім. О. Гончара*

Адреса редколлегии: Асоціація засобів масової інформації України, вул. Івана Кудрі, 26, м. Київ, Україна; Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, просп. Гагаріна, 72, 49010, м. Дніпропетровськ, Україна. *Телефони:* (056) 792–78–82, (0562) 76–83–81. Web-сторінка: www.ussj.cv.ua. *E-mail:* ecologrunt@yahoo.com

© Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, 2015
© ТОВ «Агентство «Телепресінформ», 2015

TABLE OF CONTENTS

2015 INTERNATIONAL YEAR OF SOILS

<i>Recio Espejo J. M., Nerger R.</i> Soils of the pastures of Los Pedroches (Córdoba, Spain) (A contribution to 2015 International Year of Soils)	5
--	---

THEORETICAL AND PRACTICAL ISSUES OF SOIL SCIENCE

<i>Medvedev V. V.</i> Continuity and dyscretivity of soils for fields: applied consequences for agriculture	11
<i>Chartko M. K., Karpichenka A. A.</i> Atmospheric precipitation on the soils of Belarusian Polesye	26

ECOLOGICAL SOIL SCIENCE

<i>Samokhvalova V. L., Mangryka O. V., Fateev A. I., Gorjakina V. M.</i> Patent-information support for assessing the environmental status of the soil	36
<i>Desyatnik K. O.</i> Role of calcium in optimization of fertility parameters and conditions of pedobiont existence in chernozems podzolized	52

SOIL CHEMISTRY

<i>Tkach E. P.</i> The content of manganese in soddy brown soils of the Transcarpathian Mountain Valleys	60
---	----

SOIL BIOLOGY

<i>Yunosheva O. P., Ellanska N. E.</i> Specific features of soil microbial communities under <i>Lavandula angustifolia</i> Mill. introduced plants	66
<i>Gryshko V. M., Korinovskaya O. N.</i> Influence of organo-mineral fertilizers on the basis of the precipitation of sewage on micromycetes cenosis	75

GENESIS OF SOILS

<i>Kanivets S. V.</i> The evolution of podzolized and regraded chernozems in Eastern Upland Wooded Steppe of Ukraine and the ways of their development	82
---	----

FOREST HYDROLOGY

<i>Kotovych O. V.</i> Environmental hydrochemical characteristics of groundwater in Dnieper Prysamarya as state indicator of reference and destructive biogeocenoses	89
--	----

REVIEWS

<i>Travleyev A. P., Gorban V. A.</i> Voloshchuk M. D., Petrenko N. I., Yatsenko S. V. Erosion of soils of Ukraine: the evolution of theory and practice. – Kyiv : Nilan, Ltd., 2014. – 325 p.	102
--	-----

TO THE AUTHORS' ATTENTION	107
--	-----

З М І С Т

2015 – МІЖНАРОДНИЙ РІК ҐРУНТІВ

<i>Recio Espejo J. M., Nerger R.</i> Soils of the pastures of Los Pedroches (Córdoba, Spain) (A contribution to 2015 International Year of Soils)	5
--	---

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ ПИТАННЯ ҐРУНТОЗНАВСТВА

<i>Медведев В. В.</i> Континуальность и дискретность почв поля: прикладные следствия для земледелия	11
<i>Чертко Н. К., Карпиченко А. А.</i> Атмосферные выпадения на почвы Белорусского Полесья	26

ЕКОЛОГІЧНЕ ҐРУНТОЗНАВСТВО

<i>Самохвалова В. Л., Мандрика О. В., Фатєєв А. І., Горякіна В. М.</i> Патентно- інформаційне забезпечення оцінювання екологічного стану ґрунтів	36
<i>Десятник К. О.</i> Роль кальцію в оптимізації показників родючості та умов існування педобіонтів у чорноземі опідзоленому	52

ХІМІЯ ҐРУНТІВ

<i>Ткач О. П.</i> Вміст марганцю в дерново-буроземних ґрунтах полонин Закарпаття	60
---	----

БІОЛОГІЯ ҐРУНТІВ

<i>Юношева О. П., Елланська Н. Е.</i> Специфіка мікробних угруповань ґрунту інтродукованих рослин <i>Lavandula Angustifolia</i> Mill.	66
<i>Гришко В. М., Коріновська О. М.</i> Вплив органо-мінеральних добрив на основі осадів стічних вод на ценоз мікроміцетів	75

ГЕНЕЗИС ҐРУНТІВ

<i>Канівець С. В.</i> Еволюція опідзолених і реградованих чорноземів східного височинного Лісостепу України та шляхи поліпшення	82
--	----

ЛІСОВА ГІДРОЛОГІЯ

<i>Котович О. В.</i> Еколого-гідрохімічна характеристика ґрунтових вод Присамар'я Дніпровського як індикатор стану еталонних та деструктивних біогеоценозів	89
---	----

РЕЦЕНЗІЇ

<i>Травлєєв А. П., Горбань В. А.</i> Волощук М. Д. Ерозія ґрунтів України: еволюція теорії та практики / М. Д. Волощук, Н. І. Петренко, С. В. Яценко. – К. : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. – 325 с.	102
---	-----

ДО УВАГИ АВТОРІВ	108
-------------------------------	-----

2015 INTERNATIONAL YEAR OF SOILS



J. M. Recio Espejo¹  Dr. Sci. (Biol.), Professor
R. Nерger²

¹University of Cordoba,
Campus de Rabanales, Cordoba, Spain, 14071

²International Company Soil&More
(Germany, The Nederland)

SOILS OF THE PASTURES OF LOS PEDROCHES (CÓRDOBA, SPAIN) A CONTRIBUTION TO 2015 INTERNATIONAL YEAR OF SOILS

Abstract. Los Pedroches pasture settles on granitic-magmatic rocks evolving to young sandy soils, poor in nutrients and clays including Lithosols, Haplic and Cambic Arenosols and Cambisols. Exclusively in older and erosion-protected surfaces Chromic Luvisols (FAO, 1989) have been preserved.

Key words: granitic sands, soils, pasture, Los Pedroches, Spain.

X. M. Реціо Еспехо¹ д-р біол. наук, проф.
Р. Нергер²

¹Університет Кордоба, Кампус де Рабаналес, м. Кордоба, Іспанія, 14071,
тел.: + 3495-721-85-97, e-mail: bv1reesj@uco.es

²Міжнародна компанія Soil&More (Німеччина, Нідерланди)

ҐРУНТИ ПАСОВИЩ У РАЙОНІ ВАЛЬЄ-ДЕ-ЛОС-ПЕДРОЧЕС (КОРДОБА, ІСПАНІЯ)

Стаття присвячена Міжнародному року ґрунтів 2015

Анотація. Анотація. Для дослідження ґрунтів, що знаходяться під пасовищами в районі Вальє-де-лос-Педрочес (Кордова, Іспанія), в першу чергу було проведено дослідження з визначення родючості ґрунту в районі Пособланко, Вільянуева-де-Кордова, Конкіста і Торрекампо, виконане в 1979 р. під керівництвом професорів Г. Паньок і Р. Кабанас. Пізніше, в 1985 році – дослідження виконані Х. М. Реціо Еспехо «Дослідження ґрунтів в районі Вальє-де-лос-Педрочес, Пособланко» (1985).

Була розпочата дослідна робота в галузі сільського господарства на площах, зайнятих дубом, в провінції Кордовської області, яку реалізував М. Медіна Бланко в 1956 р. Також він

 Tel.: + 3495-721-85-97, e-mail: bv1reesj@uco.es

DOI: 10.15421/041501

ISSN 1684–9094. Gruntoznavstvo. 2015. Vol. 16, no. 1–2

опублікував статтю про оліготрофні пасовища цього природного регіону (М. Медіна Бланко та ін., 1969). Кабанас (1966) провів дослідницьку роботу, в результаті якої були представлені фізико-географічні та геологічні характеристики даного природного регіону. Ним же було проведено геологічне картографування районів Ель-Вісо і Пособланко (Кабанас, 1968, 1973, 1979). Робота з сільськогосподарської географії, автором якої є Валле Буенестад (1985), допомогла збільшити знання про цей гранітний регіон.

Більш конкретні дані опубліковані у автора Карбонелл в роботі «Ґрунти провінції Кордова» (1927), а також в його аграрно-біологічних дослідженнях цієї провінції (1971). Найостанніші дані про генетичні процеси, що відбуваються в ґрунтах вищеописаної області, доступні в статтях авторів Торрент та ін. (1983) і Нергер та ін. (2007).

Підводячи підсумки різних досліджень в природному регіоні Вальє-де-лос-Педрочес, можна зробити висновок, що даний район розташований на гранітно-магматичних породах, що розвиваються в молоді піщані ґрунти, бідні поживними речовинами і глиною. до їх числа входять наступні ґрунти: *Lithosols* (від «lithos» – скеля) – ґрунти, що складаються з невивітрених або частково вивітрених фрагментів гірських порід; *Haplic Arenosols* (від «hárpico» – звичайний; від «arenas» – пісок) і *Cambic Arenosols* (від «cambiar» – змінювати; від «arenas» – пісок) – піщані ґрунти з невеликим розвитком профілю; *Cambisols* – ґрунти, що знаходяться на початковій стадії формування. Виключно на старих і захищених від ерозії поверхнях були збережені *Chromic Luvisols* (від «chroma» – колір; від «luvi» – мити) – ґрунти зі змішаною мінералогією, високим вмістом поживних речовин і хорошим дренажем) (ФАО, 1989).

Ключові слова: гранітні піски, ґрунти, пасовища, Вальє-де-лос-Педрочес, Іспанія.

Х. М. Реціо Еспехо¹
Р. Нергер²

д-р биол. наук, проф.

¹ *Университет Кордобы, Кампус де Рабаналес, г. Кордоба, Испания, 14071,
тел.: + 3495-721-85-97, e-mail: bv1reesj@uco.es*

² *Международная компания Soil&More (Германия, Нидерланды)*

ПОЧВЫ ПАСТБИЩ В РАЙОНЕ ВАЛЬЕ-ДЕ-ЛОС-ПЕДРОЧЕС (КОРДОБА, ИСПАНИЯ)

Статья посвящена Международному году почв 2015

Аннотация. Район Валье-де-лос-Педрочес расположен на гранитно-магматических породах, развивающихся в молодые песчаные почвы, бедные питательными веществами и глиной. В их число входят следующие почвы: *Lithosols*, *Haplic Arenosols* и *Cambic Arenosols*, *Cambisols*. Исключительно на старых и защищенных от эрозии поверхностях были сохранены *Chromic Luvisols* (ФАО, 1989).

Ключевые слова: гранитные пески, почвы, пастбища, Валье-де-лос-Педрочес, Испания.

For the study of soils supporting the pastures in the region of Los Pedroches (Córdoba, Spain), we start first from the work carried out by us on the fertility of the soil in the area of Pozoblanco, Villanueva de Córdoba, Conquista and Torrecampo, executed in 1979 under the supervision of the professors G. Paneque and R. Cabanás. Later in 1985 we performed the work «Study of soils in the region of Los Pedroches, Pozoblanco sheet (859)», which constituted my doctoral thesis (Recio Espejo, 1985).

We started the work on agriculture and the area occupied by the oak in the province of Cordoba area, realized by M. Medina Blanco in 1956. He published as well about the oligotrophic pastures of this natural region (Medina et al., 1969). Cabanás (1966) made some very interesting work on physical geography and other, more geologically focused, on the massive batholith that underlies this natural region. Furthermore, there was as well the geological mapping of the sheets 858 (El Viso) and 859 (Pozoblanco) (Cabanás, 1968, 1973, 1979). Likewise work on agricultural geography which helped us to increase our knowledge about this granitic region was carried out by Valle Buenestado (1985).

Under more specific points of view, Carbonell (1927) with «the soil plan of the province of Cordoba», CEBAC (1971) with its agro-biological study of this province published on these topics. The most recent data is available from the contributions of Torrent et al. (1983) and of Nerger et al. (2007) on genetic processes occurring in these special granodiorite soils.

Among the major Iberian geological elements, the region of Los Pedroches, is part of the South Hesperian Massif, a region formed of Paleozoic old, acidic and harsh materials are strongly peneplained. In a geological context and in that of the units that define the relief and landscapes of the southern Iberian peninsula, Los Pedroches is clearly defined and differentiated not only from the other units such as the Guadalquivir river or subbéticas mountains, but even within the context of the Sierra Morena region, in continuity with other regions in Extremadura region such as La Serena or the Extremadura penillanura.

Pedological processes: iluviation/cambisolization

Clay movements in slope and soil profile/Weathering in situ



Figure 1. Pedological processes: iluviation/cambisolization.
Clay movements in slope and soil profile/Weathering in situ

The region of Los Pedroches can be clearly differentiated into two parts. The western part is drawn and shaped by the river Zújar and Guadiana basin with smooth relief, deforested and somewhat deeper soils. The eastern part is formed by the river Yeguas as a tributary of the river Guadalquivir, with a large variation of slopes, most developed pastures, and abundantly occurring granite spheroidal weathered boulders and scarce land.

From the Calatraveño gate the region of Los Pedroches can be characterized using different names which refer to this important natural area: From a structural point of view as a lithological and granite batholith, geomorphologically the Pedroche peneplain is a highly peneplained relief, hydrographically it constitutes a convexe water divide, the vegetation is the pasture of the Pedroches, and physiographically is known as the place name of Los Pedroches «valley», although without a forming river, but so named in contrast to the characteristically relief of the Sierra Morena in the south.

The soils are dominated by Haplic Luvic Arenosols (FAO, 1989), young soils associated with older ones as Haplic Cambisols and Chromic Luvisols developed under the most favorable areas. They are similar to the Rankers and the «Tierras Pardas Meridionales» (Brown southern soils) of CEBAC (1971), or to the Entisols and Inceptisols of the U.S. Soil Taxonomy (1975).

Soil, regolith, lehm, or alteration mantle is the result of differentiation and formation time of the most recent horizontal layers (horizons) with different physicochemical characteristics which clearly differ from the rock or starting material through the impact of the biosphere. These horizons are simply known by the letters A, B, C or R. The A horizon is rich in organic matter from surface vegetation incorporation and mineralization; its variation the A₀ horizon is very rich in this component and the A_p horizon is modified by ploughing. The B horizons are those formed by the accumulation of clays (B_t), or carbonates (B_k), or B_w if alteration is present. The letter C specifies an area of the relatively undisturbed soil profile and features almost a bedrock structure or R (hard rock).



Figure 2 (Text include inside of the figure)

These horizons are the result of the impact of biospheric processes mainly controlled by climate, they are descending (precipitation) or ascending (by evapotranspiration), outlining the processes of humification (decomposition of plant organic matter), chemical alteration (mainly hydrolysis) or physical (disaggregation), leading to leaching, illuviation or cheluviation (organic matter). In some cases such as we are concerned, this alteration can even be an important geomorphological factor agent, generating specific landforms such as the formation of the granite spheroidal weathered boulders, which have been formed under a soil cover later exhumed and dismantled through erosion.

There are many parameters, variables or attributes that can be used to define, quantify and classify these laboratory and field soil profiles. Taking the keys or specifications used by the Environmental Information System of Andalusia (SINAMBA), and more specifically in mapping geomorphological soil units of the Soil Map of Andalusia, which has directed our university activity almost the last twenty years, for specifying the surrounding relief terms are used as flat (1), ridged-undulated (2), smooth (3) or abrupt (4), numerically designated in turn to carry out the realization of the corresponding database. The stoniness for example is classified in (1) low (0–10 %), (2) common (10–25 %), (3) abundant (25–50 %), very abundant (50–90 %) (4), excessive (90–100 %) (5), or null (6). The presence of roots is: few (1), frequent (2), heavy (3), or absent (4); the classification of the sizes is: fine (1), medium (2), coarse (3), fine and medium (4), fine and coarse (5), coarse and medium (6), or of all sizes (7).

In the study area and above the schistose materials that serve as limit the granodiorite pluton (contact aureole) an oak-scrub (matorral) on mica schist developed, showing very intense erosive phases leading to the genesis of soil type Litosol/Leptosol (from «*lithos*»: rock), or Entisol (of «*recent*»: recently), coinciding with poorly developed soils of the old nomenclatures. Similar soils (Lithosol/Leptosol/Ranker/poor soils) developed in the same

way, on the same oak-scrub vegetation on disaggregated and strongly acidic mica schist under a presence of *Cistus ladaniferus*.

Associated with recent deposition areas and small terraces on the margins of the riverbeds of the stream network that drains the area and presence of riparian vegetation types, soils formed here are typical Haplic Fluvisols (from «*fluvi*»: rio; «*háplico*»: simple) as those found on the banks of river Guadalmez for example.

Above the magmatic material type granodiorites («granites»), the weathering of these materials results in the formation of the soil type Haplic Arenosols (from «*arenas*»: sand; «*háplico*»: simple) with a sequence of horizons A₁ C₁ developed until a depth of 160 cm, at an altitude of 600 m, slope < 3 %, an undulating relief, slight erosion, and a current land use as pasture, forming grassland landscapes with granite mottles and frequent spheroidal weathered boulders. Here, the weathering processes generate yellowish brown horizons in the C₁ horizon (in dry state), a pH value of 5–6, a scarce content in organic matter (1–2 %), low fertility indicated by the contents of phosphorus (P (as) 1–5 mg/100 g), and a very weak formation of clays (10–15 %), the predominantly sandy matrix (50–60 %), resulting in horizons characterized by a loamy-sandy texture.

In more favorable topographical conditions, these granitic arenas evolve over time towards more developed soils, type Cambic Arenosol (from «*cambiare*»: change) (FAO, 1989). They feature strong brown chroma, a higher clay content, at altitudes of about 640 m, a softer undulated relief, good drainage and without stones, characterized by a thickness of about 75 cm and used in the same way to be sustentable the oak pastures.

The most optimal conditions for soil formation and transformation of this parental magmatic material come to coincide with the areas characterized by the oldest erosion-preserved geomorphological surfaces, enabling the formation of ancient chromic Luvisols (from «*luvi*»: wash; «*chroma*»: color) (FAO, 1989), with the presence of well-defined B_t horizons, strong red chroma (2,5YR 4/8 (h): «red»), well-structured, a sandy clay loam texture and richer in nutrients.

The attached figures/pictures summarize the soil genetic processes that occur both vertically and laterally in catenas of present soils; they show the soil structure and the chroma which resulted under the most favorable conditions; and last but not least they show as well the soil types which developed in these pastures of Los Pedroches.

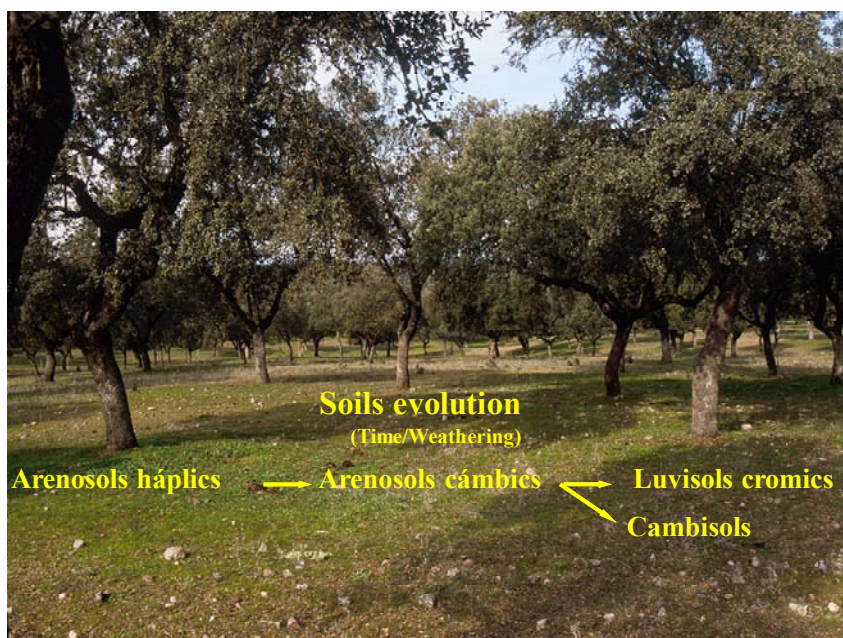


Figure 3 (Text include inside of the figure)

REFERENCES

- Cabanás Pareja, R., 1966.** Los Pedroches (I) [The Pedroches (I)], Est. Geogr., 106, C.S.I.C. Madrid (in Spanish).
- Cabanás Pareja, R., 1968.** El macizo batolítico de Los Pedroches [The solid granitic mass of Los Pedroches región], Real Acad. Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid (in Spanish).
- Cabanás Pareja, R., 1973.** Geología de Los Pedroches. Comentarios a la Hoja Geológica nº 858, escala 1:50.000 [Geology of Los Pedroches. Geological comments to sheet nº 858, scale 1:50.000]. BRAC, 93, 5–60 (in Spanish).
- Cabanás Pareja, R., 1979.** Memoria explicativa de la hoja nº 859 «Pozoblanco», 1:50.000 [Explicative memory to sheet nº 859 «Pozoblanco»], IGME, Madrid (in Spanish).
- Carbonell Trillo-Figueroa, A., 1927.** Notas para el plano edafológico de la provincia de Córdoba [Notes about pedological map of Córdoba province], Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Cádiz, Sección VIII, Aplicaciones (in Spanish).
- C.E.B.A.C., 1971.** Estudio agrobiológico de la provincia de Córdoba [Agrobiology study of Córdoba province], Centro de Edafología y Biología Aplicada de El Cuarto-Exema, Diputación de Córdoba (in Spanish).
- F.A.O. 1989.** Soil map of the world 1:5.000.000, Rome, 125 p.
- Medina Blanco, M., 1956.** Contribución al estudio del área de la encina en la provincia de Córdoba y de sus posibilidades alimenticias para el ganado [Study contribution to oak area in Córdoba province and its possibilities to cattle nutrition], Arch. Zootec., 5, 103 (in Spanish).
- Medina, M., Peinado, E., Gómez, A. G., Gasca, A., 1967.** Estudio sobre los pastos oligotrofos mediterráneos del valle de Los Pedroches y zonas afines [A study about mediterranean oligotrophic pasture of Los Pedroches region and similar areas], Arch. Zootec., 16, 64 (in Spanish).
- Nerger, R., Nuñez, M. A., Recio, J. M., 2007.** Presencia de carbonatos en suelos desarrollados sobre material granítico del batolito de Los Pedroches (Córdoba) [Carbonates presence in soils developed on granitic materials of Los Pedroches batolitic], Tendencias actuales en la Ciencia del Suelo, Bellinfante y Jordán (Editores), 768–774 (in Spanish).
- Recio Espejo, J. M., 1978.** Fertilidad de suelos de la comarca de Los Pedroches (zona Pozoblanco-Villanueva de Córdoba-Conquista-Torrecampo) [Soils fertility of Los Pedroches región (zone Pozoblanco-Villanueva de Córdoba-Conquista-Torrecampo)], Thesis, Faculty of Sciences, University of Córdoba (in Spanish).
- Recio Espejo, J. M., 1985.** Estudio de suelos de la comarca de Los Pedroches. Hoja de Pozoblanco (859) [A study about soils of Los Pedroches region. Sheet 859 (Pozoblanco)], PhD thesis, Faculty of Sciences, University of Córdoba (in Spanish).
- Soil Taxonomy, 1975.** Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil survey, Soil Conservation Service U.S. Department of Agric. Handbook, 436 p.
- Torrent, J., Parra, M. A., Montealegre, L., Barrios, J., 1983.** Naturaleza, y utilidad de las relaciones suelo-relieve en una zona granodiorítica de la parte central del Valle de Los Pedroches (Córdoba) [Relationship soil-relief in central part of Los Pedroches region], Anal. Edaf. Agrobiol., 67–74 (in Spanish).
- Valle Buenestado, B., 1985.** Geografía Agraria de Los Pedroches [Agrarian geography of Los Pedroches], Public. Exema. Diputación de Córdoba (in Spanish).

Стаття надійшла в редакцію: 11.05.2015

Рекомендує до друку: чл.-к. НАНУ, д-р біол. наук, проф. А. П. Травлєєв

THEORETICAL AND PRACTICAL ISSUES OF SOIL SCIENCE



V. V. Medvedev✉

Academician of NAAS
of Ukraine,
Dr. Sci. (Biol.), Professor

UDK 631.45

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

CONTINUITY AND DYSCRETIVITY OF SOILS FOR FIELDS: APPLIED CONSEQUENCES FOR AGRICULTURE

Abstract. The continuity is considered as the fundamental feature of a soil cover consisting gradual change of its properties in space, synchronized with changes of soil factors formation, and discreteness is mainly artificial the introduced category caused by classification appreciably various genetic and agrotechnologic divisions. The soil cover is studied basically as continual and is very weak as a discrete body, especially if it to consider at an original average hierarchical level (mean spatial heterogeneity of many soil properties within the limits of polypedon, or, in a context of present article, – fields of a crop rotation). Certainly, it brakes successful development of representations about a soil horizontal structure and, as consequence, practical appendices of heterogeneity to precise agriculture. Zonal systems of agriculture are based on an environment of a zone and in essence reflect average continual features of a soil cover. Precise systems are under construction on the basis of discreteness of a soil cover – new soil borders which are used for allocation of soil contours within the limits of a field for differentiation of ways and intensity of tillage, doses of fertilizers application and chemical ameliorants. In article attempt to use the established representations about spatial features of soil properties for improvement of modern practice of agriculture, especially precise agriculture, including ways of a finding of the area of contours of a field with different parameters of fertility are made. As objects 6 fields are used, three from which are located to Polesye, two – in Forest-Steppe and one – in Steppe. Use of principles of precise agriculture and inspection of display soil properties of fields on a regular grid has allowed to divide fields into contours with three levels of fertility, one of which is characterized by properties optimum or close to them, that allows to refuse (or it is essential to reduce) from application of tillage, fertilizer or chemical ameliorants. Precise agriculture – perspective soil – and energy saving the system reflecting heterogeneity of a field of a crop rotation, should replace traditional zonal systems of agriculture.

Thus, on the basis of research of various displays of heterogeneity - continual when properties of soil in space change gradually, synchronously to factors of soil formation, and discrete when properties of soil change in the limits of small areas necessity of introduction of new borders for the soil cover, based on horizontal studying of soil properties, – morphological, physical, physico-mechanical and others is proposed. By means of borders the configuration of industrial working sites for the differentiated application of agrotechnological operations is proved.

Keywords: *continuity and discreteness of soil, zonal and precise systems of agriculture.*

✉ Tel.: +38057-704-16-69. E-mail: vvmedvedev@ukr.net

DOI: 10.15421/041502

ISSN 1684–9094. Gruntoznavstvo. 2015. Vol. 16, no. 1–2

**КОНТИНУАЛЬНІСТЬ І ДИСКРЕТНІСТЬ ҐРУНТІВ ПОЛЯ:
ПРИКЛАДНІ НАСЛІДКИ ДЛЯ ЗЕМЛЕРОБСТВА**

Анотація. Континуальність розглядається як фундаментальна особливість ґрунтового покриву, що полягає в поступовій зміні його властивостей у просторі, яка синхронізується зі змінами факторів ґрунтоутворення, а дискретність – головним чином штучно привнесена категорія, обумовлена значною мірою різноманітними генетичними й агротехнологічними класифікаційними підрозділами. Ґрунтовий покрив вивчений в основному як континуальне й дуже слабо як дискретне тіло, особливо якщо його розглядати на своєрідному середньому ієрархічному рівні (маються на увазі просторові неоднорідності багатьох властивостей ґрунтів у рамках поліпедона, або, у контексті статті, – поля сівозміни). Звичайно, це гальмує успішний розвиток уявлень про горизонтальний профіль ґрунтів і, як наслідок, практичні наслідки неоднорідності для точного землеробства. Зональні системи землеробства базуються на природних умовах зони й по суті відбивають усереднені континуальні особливості ґрунтового покриву. Точні системи будуються на основі дискретності ґрунтового покриву – нових ґрунтових границь, які використовуються для виділення ґрунтових контурів у рамках поля для диференціації способів і інтенсивності обробітку, доз унесення добрив і хіммеліорантів. У статті зроблено спробу використати встановлені уявлення про просторові особливості властивостей ґрунтів для поліпшення сучасної практики землеробства, особливо точного землеробства, включаючи способи знаходження площі контурів поля з різними показниками родючості. Як об'єкти використано 6 полів, три з яких розташовані в Поліссі, два – у Лісостепу й одне – у Степу. Використання принципів точного землеробства й обстеження індикаторних властивостей ґрунтів полів за регулярної сітки дозволило розділити поля на контури із трьома рівнями родючості, один із яких характеризується оптимальними або близькими до них властивостями, що дозволяє відмовитися (або істотно скоротити) від застосування обробітку, добрив або хіммеліорантів. Точне землеробство – перспективна ґрунто- і ресурсозбережувальна система, що відбиває неоднорідність поля сівозміни, повинна замінити традиційні зональні системи землеробства.

Ключові слова: континуальність і дискретність ґрунтів, зональні й точні системи землеробства.

**КОНТИНУАЛЬНОСТЬ И ДИСКРЕТНОСТЬ ПОЧВ ПОЛЯ:
ПРИКЛАДНЫЕ СЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Аннотация. Континуальность рассматривается как фундаментальная особенность почвенного покрова, заключающаяся в постепенном изменении его свойств в пространстве, синхронизирующаяся с изменениями факторов почвообразования, а дискретность – главным образом искусственно привнесенная категория, обусловленная в значительной мере разнообразными генетическими и агротехнологическими классификационными подразделениями. Почвенный покров изучен в основном как континуальное и очень слабо как дискретное тело, особенно если его рассматривать на своеобразном среднем иерархическом уровне (имеются в виду пространственные неоднородности многих свойств почв в рамках полипедона, или, в контексте настоящей статьи, – поля севооборота). Конечно, это тормозит успешное развитие представлений о горизонтальном профиле почв и, как следствие, практические приложения неоднородности к точному земледелию. Зональные системы земледелия базируются на природных условиях зоны и по существу отражают усредненные

континуальные особенности почвенного покрова. Точные системы строятся на основе дискретности почвенного покрова – новых почвенных границах, которые используются для выделения почвенных контуров в рамках поля для дифференциации способов и интенсивности обработки, доз внесения удобрений и химелиорантов. В статье сделана попытка использовать установленные представления о пространственных особенностях свойств почв для улучшения современной практики земледелия, особенно точного земледелия, включая способы нахождения площади контуров поля с разными показателями плодородия. В качестве объектов использованы 6 полей, три из которых расположены в Полесье, два – в Лесостепи и одно – в Степи. Использование принципов точного земледелия и обследование индикаторных свойств почв полей по регулярной сетке позволило разделить поля на контуры с тремя уровнями плодородия, один из которых характеризуется оптимальными или близкими к нему свойствами, что позволяет отказаться (или существенно сократить) от применения обработки, удобрения или химелиорантов. Точное земледелие – перспективная почво- и ресурсосберегающая система, отражающая неоднородность поля севооборота, должна заменить традиционные зональные системы земледелия.

Ключевые слова: континуальность и дискретность почв, зональные и точные системы земледелия.

ВВЕДЕНИЕ

Статья посвящена различным проявлениям неоднородности – континуальной, когда свойства почвы в пространстве изменяются постепенно, синхронно факторам почвообразования, и дискретной, прерывной, когда свойства почвы изменяются в пределах небольших ареалов. При этом основные факторы почвообразования остаются неизменными. Внимание к неоднородности вполне оправдано, ибо на ее основе фактически строятся системы земледелия – зональная, приуроченная к той или иной зоне, и точная, особенности которой формируются в зависимости от неоднородности поля севооборота. В статье больше внимания будет уделено точному земледелию, ибо оно как нельзя лучше отвечает духу времени – помогает сберечь почву от деградации и экономит ресурсы (за счет устранения операций в той части поля, которая их не требует).

Для того, чтобы прояснить существо понятий о континуальности и дискретности почвенного покрова, уместно вспомнить оживленные дискуссии на эту тему в недавнем прошлом. В 70–80-е годы прошлого столетия в обсуждении этого вопроса приняли участие немало крупных ученых географов и почвоведов. Д. Л. Арманд придерживался принципа континуальности, И. Н. Степанов – дискретности, В. М. Фридланд, А. Д. Воронин, Е. А. Дмитриев полагали, что почвенный покров является одновременно и дискретным и континуальным телом (цитируем по Stepanov, 1986). В последние годы интерес к этому вопросу значительно возрос, ибо появляется все больше качественной информации, полученной дистанционными методами – наиболее корректными в оценке этих свойств почвенного покрова. Ведь любая регулярная сеть точек, какой бы густой она ни была, уступает обзорной карте, полученной дистанционным способом. По этой причине использование дистанционных спектрометрических средств позволяет трактовать почвенный покров преимущественно как континуальный объект, в котором свойства (неоднородность) изменяются в пространстве постепенно (Truskavetsky, 2006; Achasov, 2009). В то же время радиолокационное зондирование в вертикальном направлении всегда обнаруживает прерывность в строении профиля, объясняемое изменениями его гранулометрического состава, плотности или влажности (Petersen et al., 2006; Gychka, 2007).

Таким образом, можно утверждать, что почвенный покров в 2-х-мерном формате является преимущественно континуальным образованием. Его континуальность в этом формате нарушается лишь вследствие сложного строения долин и пойм, пересеченной местности в предгорьях и горах, из-за чередования

различных типов растительности и других причин. В то же время в 3-х-мерном формате почвенный покров вследствие различных по составу и строению генетических горизонтов (особенно в дифференцированных почвах) является очевидным континуально-дискретным образованием. Скорее всего, почва дискретна и в 4-х-мерном пространстве, когда к рассмотренным форматам добавляется время как фактор трансформации почвенного покрова. Ведь хорошо известно, что в процессе длительного использования почва теряет гумус, появляются новые черты в ее морфологии, свойствах и режимах. Все это дало основание выделять новый тип почв – агрозем, появившийся в классификациях почв России, Белоруси, Украины и других стран. Причем и эти изменения в почвенном покрове усиливают ее гетерогенность в пространстве и способствуют возникновению новых границ (Medvedev, 2009). Время, поэтому, становится фактором дискретизации почвенного покрова.

С сожалением приходится признать, что почвенный покров изучен в основном как континуальное и очень слабо как дискретное тело, особенно если его рассматривать на своеобразном среднем иерархическом уровне (имеются в виду пространственные неоднородности многих свойств почв в рамках полипедона, или, в контексте настоящей статьи, – поля севооборота). Конечно, это тормозит успешное развитие представлений о горизонтальном профиле почв и, как следствие, практические приложения неоднородности к точному земледелию.

Цель статьи – рассмотреть континуальность и дискретность как особенности проявления неоднородности в почвенном покрове, важные для построения систем земледелия, новые границы в почвенном покрове, образующиеся в результате обследования индикаторных свойств почв в регулярной сети точек, а также значение новых границ для точного земледелия.

МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ

В статье сделана попытка использовать установленные представления о пространственных особенностях свойств почв для улучшения современной практики земледелия, особенно точного земледелия, включая способы нахождения границ контуров с разными показателями плодородия. В статье использованы материалы многолетних исследований пространственной неоднородности почв в Полесье, Лесостепи и Степи, обобщенные в книгах (Medvedev, 2007; Medvedev et al., 2009).

В качестве объектов использованы 6 полей, три из которых расположены в Полесье (Романив, Колки и Ведильцы), два – в Лесостепи (Коротыч и Коммунар) и одно – в Степи (Донецк).

Романив, Волынская область. В почвенном покрове доминируют серые оподзоленные, дерново-подзолистые и луговые оглеенные почвы. Рельеф выравненный. Грансостав – легкосуглинистый. Размер поля – 63 га, количество элементарных делянок – 35. Возделываются зерновые и кормовые культуры. Агротехнические приемы возделывания культур, несмотря на очевидную пестроту поля, не дифференцируются.

Колки, Волынская область. Почвенный покров – комплекс дерново-подзолистых глееватых, дерновых глеевых и лугово-болотных почв. Рельеф – выравненный. Грансостав – глинисто-песчаный. Размер поля – 11 га. Количество делянок – 27. Возделываются (на незаболоченной части) кормовые культуры. Поле осушено открытой сетью каналов, которые, к сожалению, частично не функционируют. Исследования проводили только на незаболоченной части. Агротехнические приемы в поле не дифференцируются.

Ведильцы, Черниговская область. Дерново-среднеподзолистые супесчаные почвы. Рельеф выравненный. Размер поля – 105 га, часть поля залужена, количество делянок на незалуженной части – 117. Возделываются зерновые и кормовые культуры.

Коротыч, Харьковская область. Преобладает темно-серая тяжелосуглинистая оподзоленная почва. Рельеф – слабо пологий. Размер поля – 31 га. Количество делянок – 35. Возделываются зерновые и технические культуры по обычной для Лесостепи технологии.

Коммунар, Харьковская область. Чернозем типичный малогумусный выщелоченный тяжелосуглинистый. Рельеф – выравненный. Размер поля – 30 га. Количество делянок – 26. Возделываются зерновые и технические культуры.

Донецк, Донецкая область. Чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый. Рельеф выравненный. Размер поля – 105 га, сеть делянок (51) была образована на части поля в 50 га. Возделываются зерновые и технические культуры.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Современные системы земледелия и их недостатки. Система земледелия решает широкий комплекс вопросов, связанных с повышением плодородия почв, его охраной, рациональным использованием (с учетом рельефа, климата, экономических и социальных запросов, экологических требований). В ней находят место вопросы рационального соотношения угодий, структуры посевов и севооборотов, внесения удобрения, применения химических и других видов мелиораций, агротехнологических приемов. В системах земледелия достаточно объективно и всесторонне оценена роль зональности, микрорональности и ландшафтов в размещении культур – словом это очень большой круг вопросов, который активно ориентирован не только на удовлетворение населения в продуктах питания, а промышленности в сырье, но и на устойчивый характер земледельческой отрасли в настоящее время и в перспективе. Однако именно здесь к современным системам земледелия имеется немало претензий, поскольку они таковы, что послужили причиной многочисленных проявлений деградации и ухудшения качества почв. Основным их недостатком, рассмотренным в данной статье, является слишком обобщенное содержание, отвечающее условиям природной зоны (потому они и получили название зональных систем земледелия) и игнорирование пространственных особенностей конкретного поля севооборота.

Так, зональную систему земледелия в Полесье можно назвать наиболее интенсивной. Преобладающие в этой зоне дерново-подзолистые почвы имеют кислую реакцию почвенного раствора, песчаный и супесчаный грансостав, после обработки очень быстро восстанавливают свою повышенную исходную плотность, из-за быстрого нарастания температур весной легко образуют поверхностную корку. Вследствие повышенного количества атмосферных осадков, наличия понижений в рельефе и нередко неглубоко залегающих уплотненных иллювиальных горизонтов имеют признаки оглеения. Кроме того, для почв Полесья характерна преимущественно недостаточная обеспеченность элементами питания. Именно вследствие перечисленных особенностей система земледелия в этой зоне требует многочисленных обработок, внесения удобрений и извести. Однако это общая схема. Как покажем далее на примере исследованных полей, их морфологических, физических и физико-химических свойств их почв этот универсальный подход на основе усредненных зональных характеристик требует основательных корректив практически в отношении всех компонентов системы земледелия.

Точно также в отношении почв Лесостепи. Доминирующие в почвенном покрове этой зоны черноземы типичные, оподзоленные и темно-серые почвы средне- и тяжелосуглинистого грансостава, хорошо оструктурены и гумусированы, умеренно уплотнены, в основном обеспечены элементами питания, имеют близкую к оптимальной реакцию среды. Вместе с тем они характеризуются слабой водостойчивостью, нередко переуплотнены в плужной подошве и в подсеменном слое после весеннего цикла обработок, склонны к образованию глыб, корки и трещин. Причем недостатки этих почв проявляются не на всем поле, а приурочены к

его краям либо понижениям. Для почв Лесостепи характерны процессы дегумификации и потери кальция, вследствие чего почвы склонны к обесструктуриванию и подкислению, причем опять-таки эти процессы не имеют сплошного характера, а проявляются лишь в отдельных частях поля.

Как показали многочисленные 2-D- и 3-D-диаграммы, почвенный покров поля в Степи не менее неоднороден, морфологические, физические и физико-химические свойства почв поля варьируют в пространстве, что делает вполне актуальной проблему дифференциации систем земледелия и в этой зоне.

Обозначенное выше имеет исключительно большое значение для дифференцирования агротехнологий в соответствии с реальными параметрами почв поля. Если бы свойства поля – именно те, что определяют содержание агротехнологий (плотность сложения, содержание питательных элементов и другие), не имели выраженной пестроты, можно было бы пренебречь пестротой и обрабатывать поле, и вносить удобрения одинаково на всем его пространстве. К сожалению, это не соответствует действительности. Накапливается все больше данных о неоднородности полей независимо от генезиса и уровня окультуренности почв (Medvedev, 2007). Неоднородность проявляется даже в поле, где на протяжении почти 150 лет применяли элементы высокой культуры земледелия (Godwin et al., 2002). Это дало нам основание говорить о неоднородности как о свойстве, которое имманентно (обязательно) присуще почвам.

В настоящее время отдельные поля севооборотов не подвергаются детальному обследованию с использованием регулярной сети точек. Даже при проведении агрохимической паспортизации, когда это можно было бы осуществить при тех же затратах, предпочтение отдают маршрутной съемке, при проведении которой не получают адекватного представления о пространственной неоднородности поля (Samsonova et al., 2001). По этой причине система земледелия в любой природной зоне строится на основе усредненных показателей почв и климата без учета конкретных особенностей поля. Разумеется, в случае значительных размеров природных зон учитываются изменения ее ландшафта. В этом случае система земледелия отражает особенности аккумулятивных, транзитных и автоморфных территорий. Также и в отношении климата – в более засушливых условиях возрастает доля влагосберегающих технологий. Однако зональная система земледелия предполагает, что почвенный покров в пределах природной зоны изменяется постепенно, отражая лишь континуальную составляющую неоднородности, и игнорируя неоднородность в пределах поля севооборота.

Дискретизация поля в точном земледелии с использованием нормативов плодородия. В точном земледелии формируются представления о почвенном покрове как дискретном образовании, ибо цель точного земледелия выявить в поле участки с различным плодородием и затем в соответствии с этим сделать также дискретной технологию возделывания сельскохозяйственных культур. Дискретность в этих представлениях – вынужденная мера, потому что так удобнее и проще реализовать постулаты точного земледелия. Вместе с тем эти представления иначе как искусственной трансформацией континуального почвенного покрова в дискретный назвать нельзя.

Как трактовать обнаруживаемое в реальном почвенном покрове закономерное чередование структур с определенными свойствами? Как дискретность, прерывность, или континуальность, сплошность? Мы склонны трактовать это чередование как проявление континуальности, постепенности в изменении свойств. Дискретность здесь привнесена за счет применения интерполяционной (в определенной мере формальной) кригинг-методологии, когда постепенность искусственно прерывается классификационными подразделениями свойств. Многократно используемые нами 2-D-диаграммы (в этом случае блоковый кригинг при их построении не применяется) отчетливо показывают постепенность изменения свойств в пространстве всех исследованных нами полей (Medvedev et al., 2009).

Далее рассмотрим нормативы, на основании которых континуальный почвенный покров трансформируется в дискретный (табл. 1, 2). Нормативы получены на основании разработок А. Я. Буки (2000), О. О. Бацулы и др. (2003) и С. М. Рыжука и др. (2003) и адаптации имеющихся в них рекомендаций к особенностям точного земледелия.

Вначале о точном внесении органических удобрений. В качестве обоснования возможности исключения внесения навоза используем те части поля, в которых отмечается стабильно повышенное содержание гумуса в течение нескольких туров паспортизации. В тех частях поля, где отклонение от предыдущего содержания достигает $-5\ldots-10\%$, следует внести среднюю норму навоза исходя из возможностей хозяйства. Наконец, в тех частях поля, где содержание меньше повышенного на 10% и больше, внесем повышенную норму навоза (табл. 1).

Таблица 1

Нормирование внесения удобрений и извести в точном земледелии

Минеральные удобрения			Органические удобрения		Известкование	
Показатели	Содержание, мг/кг почвы	Норма внесения	Отклонение (%) от среднего содержания	Норма внесения	pH	Сценарии
Суммарный минеральный азот	>30	0	Стабильно повышенное содержание в течение 2-3-х туров агрохимпаспортизации	0	7,0–5,5	Без мелиорации
	30–15	По выносу на запланированный урожай				
	<15	То же + дополнительное количество за счет варианта 0				
Подвижный фосфор (по Чирикову)	>150	0	–5–10	Среднее расчетное внесение исходя из возможностей хозяйства	5,5–5,0	Поддерживающая мелиорация
	150–50	По выносу на запланированный урожай				
	<50	То же + дополнительное количество за счет варианта 0				
Подвижный калий (по Чирикову)	>120	0	–10 и больше	То же + дополнительное количество за счет экономии в варианте 0	<5,0	Систематическое внесение извести в повышенных дозах
	120–40	По выносу на запланированный урожай				
	<40	То же + дополнительное количество за счет варианта 0				

Урожайные данные до сих пор традиционно являются едва ли единственным источником информации для планирования точного земледелия и, в частности, внесения органических и минеральных удобрений. Мы также попытались воспользоваться этими данными, хотя располагаем более точной информацией о пространственной неоднородности в исследованных полях практически всех основных макроэлементов питания и других факторов плодородия и урожая. Пространственная неоднородность урожайных данных зерновых культур и подсолнечника, как уже упоминалось, отражает некую усредненную величину пространственной неоднородности всех исследованных показателей и является умеренной. В том числе и в тех случаях, когда пространственная неоднородность урожаев исследовалась в последствии (Коротыч, 2 года последствия; Коммунар, 1 год последствия). Достаточно согласованные данные пространственной неоднородности содержания гумуса и урожаев получены лишь для объектов Романив и Донецк. Здесь было почти полное совпадение неоднородностей. На других объектах отличия были заметны и в этих случаях для делимитации поля использованы данные пространственной неоднородности содержания гумуса. В целом удовлетворительно было совпадение площадей и при наблюдении за урожайностью в последствии.

Если pH почв находится в интервале слабокислой/нейтральной, что является благоприятным для всех культур, возделываемых в Лесостепи и почти всех культур Полесья, то проводить известкование не следует. Таких площадей в исследованных полях оказалось от 30 до 80 %, что представляется весьма важным фактом, ибо обычно известкование кислых почв в этих природных зонах осуществляется на всей площади полей без каких-либо исключений. Налицо ощутимая экономия известковых материалов. При повышении кислотности норма и периодичность мелиорации возрастают. Вообще, опираясь на полученные нами данные пространственной неоднородности реакции почвенного раствора, известковать полностью необходимо только одно поле на объекте Колки.

Дополнительным аргументом в пользу интенсификации НИР и освоения точного земледелия в области механической обработки служат наши данные о соотношении на исследованных полях зон с благоприятными, менее благоприятными и неблагоприятными агрофизическими условиями (рис. 3). В соответствии с этим становится понятной рекомендация о дифференциации на поле нулевой (без проведения обработки), минимальной и традиционной обработок. Чем выше доля на поле участков с благоприятными параметрами равновесной плотности сложения в предпосевной период или перед проведением основной обработки, тем нужнее становится точная обработка (табл. 2).

Таблица 2

Нормативы оценки физических свойств для обоснования интенсивности механической обработки*

Показатели	Качественная оценка обрабатываемого слоя	Рекомендации по интенсивности предпосевной обработки
Количество глыб в посевном слое, %: <5 5–15 >15	благоприятная удовлетворительная неудовлетворительная	обработка не требуется умеренная обработка интенсивная
Плотность сложения в посевном слое, г/см ³ : <1,2 1,2–1,3 >1,3	благоприятная удовлетворительная неудовлетворительная	обработка не требуется умеренная обработка интенсивная
Твердость в плужной подошве, кгс/см ² : <20 20–40 >40	благоприятная удовлетворительная неудовлетворительная	обработка не требуется обработка не требуется обработка интенсивная

*Нормативы пригодны для почв среднего и тяжелого гранулометрического состава.

Как следует из таблицы, потенциальные возможности для уменьшения интенсивности предпосевной обработки почв и даже полного отказа от нее оказались неожиданно велики даже в почвах с неблагоприятными агрофизическими условиями. Кстати, об том же свидетельствуют работы некоторых других авторов (Шейн, 2001).

Границы в почвенном покрове для точного земледелия. В точном земледелии используются новые границы, которыми разделяют почвенное пространство на отдельные контуры. Последние выступают в качестве самостоятельных рабочих участков. При условии, конечно, что их размеры позволяют организовать экономически выгодное хозяйствование.

Точное земледелие и новые технические возможности картографирования на основе ГИС-технологий и дистанционных средств вызвали к жизни поток принципиально новой картографической информации. Это электронные цифровые карты. Так как контуры свойств почв на этих картах почти никогда не совпадают с контурами (видов и даже более высоких таксономических единиц) на традиционных почвенных картах, связь этих двух карт была утеряна. Постепенно в точном земледелии отпала необходимость в использовании почвенной карты для планирования агротехнологических операций. Заметим, что еще ранее то же самое случилось с агрохимической картой содержания в почве доступных питательных веществ. Границы почвенных контуров и границы обеспеченности почв элементами питания на этих картах не совпадают. Агрохимическая карта обычно содержит намного меньше контуров, что очень удобно для производственных целей. Именно эта карта стала основой для планирования применения удобрений в хозяйстве, а не почвенная карта.

Точное земледелие стало базироваться на парциальном (Gorjachkin, 2006) анализе почвенного покрова, то есть пространственном (геостатистическом) анализе неоднородности отдельных свойств почв, важных для планирования агротехнологических операций. Мы назвали эти свойства индикаторными и осуществили их систематизацию.

В этих условиях почвоведы забили тревогу, потому что были подвергнуты сомнению сами основы учения о структуре почвенного покрова как целостном почвенном образовании. С. В. Горячкин (Gorjachkin, 2006) в своей статье приводит ряд интересных ссылок на эти работы, опубликованные в России и за ее рубежами.

Идея Ф. И. Козловского (Kozlovsky, 2003) о почвенном индивидууме как попытка объединить традиционный (Fridland, 1972) и геостатистический подходы, показавшаяся некоторым исследователям (Kuziakova, 2006), да поначалу и нам (Medvedev, 2007), вполне актуальной, видимо, все же требует основательных размышлений и доработки. Ведь почвенный индивидуум как элементарный неделимый объект действительно может быть связующим звеном в двух подходах, однако его использование в качестве рабочего участка в точном земледелии из-за чрезвычайно малых горизонтальных размеров – 0,6 до 12 м (Korsunov et al., 2002), использоваться не может. Правда, сегодня не может. А в будущем, когда появятся новые машины для выполнения агротехнологических операций с высокой разрешающей способностью, такая возможность не исключается. Но, конечно, в любом случае, в точном земледелии должна получить развитие идея синтеза элементарных единиц в более крупные, хозяйствование на которых станет экономически выгодным.

Итак, почвенная карта, полученная на основе исследований в нерегулярной сети «типичных» разрезов, главным образом, морфологии профиля и границы в которой уточняются с помощью топографии местности, не может совпадать с картой, полученной на основе исследований в регулярной сети разрезов и аналитических данных, обработанных чаще всего с помощью формальной кригинг-методологии интерполяции данных. Для того чтобы убедиться в этом, достаточно сопоставить почвенную карту одного из наших объектов (например, Романив) с 2-D-диаграммами

(рис. 1 и 2). Еще ранее мы сопоставили элементарный почвенный ареал, полученный по В. М. Фридланду, и почвенный индивидуум, рассчитанный по Ф. И. Козловскому, и получили явное несовпадение контуров и их размеров.

Вместе с тем важным объединяющим моментом карт, полученных на основе двух принципиально разных подходов, является рельеф. Именно этот фактор выступает в качестве своеобразного арбитра в окончательном выделении контуров на традиционной карте. Тот же фактор одновременно выступает в качестве формирования неоднородности. Следовательно, между традиционной и геостатистической картами должно быть некоторое сходство. Правда, оно в значительной мере маскируется антропогенной деятельностью, ибо внесение удобрений, мелиорантов, механическая обработка и любая другая антропогенная деятельность усиливают неоднородность. Именно поэтому пространственная неоднородность содержания в почве подвижных питательных веществ достигает по нашим (Medvedev, 2007) и многим другим данным (Samsonova et al., 2001; Romanenkov et al., 2006) исключительно высоких величин.

Нельзя не отметить и другую важную причину несовпадения границ на картах, а именно: из-за различного набора определяемых аналитических характеристик. Почвенную карту обычно создают без учета физических, физико-механических и агрохимических характеристик, в то же время как раз перечисленные свойства составляют основу индикаторных оценок, с помощью которых планируют внесение минеральных удобрений, способы и глубину обработки, другие агротехнологические операции в точном земледелии.

Но главная причина несовпадения почвенной карты, полученной на основе «типичных» разрезов, и карты, полученной на основе регулярной сети точек опробования, – в том, что в первой из них почвенный покров представляется дискретным телом, свойства в котором изменяются скачкообразно, а во второй – континуальным телом, свойства которого изменяются постепенно.

Использование современных программных средств позволило сделать построение карты любого свойства почвы простой и очень производительной процедурой. Более того, стали доступны разнообразные трансформации с картами непосредственно в компьютере. Изменяя легенду можно легко увеличить или уменьшить число контуров, подсчитать их площади и даже создать разнообразные пространственные модели, примеры которых были продемонстрированы ранее (Medvedev, 2007). Эти и многие другие трансформации можно осуществить, не прибегая к распечатке и ручным операциям, не извлекая карту из компьютера. По существу – это и есть виртуальная карта, которая получила большое распространение в точном земледелии и не только в нем. Более того, следует признать, что, непосредственно изучая опыт точного земледелия в США и в Германии, а по литературным данным – во многих других странах, в том числе опыт ведущих исследователей этого направления (Д. Куртнер, В. П. Якушев, С. J. Dawson, R. J. Godwin, E. Bolenius), мы пришли к выводу, что для планирования точного земледелия почвенная карта не нужна. Точнее, если структура почвенного покрова была правильно учтена в землеустроительном проектировании, а исследования индикаторных свойств почв произведены по регулярной сетке точек отбора, то поиск наиболее рациональных рабочих участков для организации дифференцированного внесения удобрений и проведения других точных агротехнологических операций можно осуществлять, опираясь именно на карты индикаторных свойств почв, а не на почвенную карту. Почвенная карта может понадобиться лишь в том случае, если землеустроители при нарезке полей, как это произошло на нашем объекте Романив, допустили ошибку и объединили в рамках одного поля севооборота несовместимые почвы. Однако, последующий опыт хозяйствования на этом поле показал, что часть поля требуется вывести из активного пользования и оставить под залужение. Так что и тут ошибка была исправлена, не прибегая к почвенной карте.

Разумеется, мы далеки от категоричности в смысле отказа от почвенной карты. Речь идет только о достаточности и возможности планирования точного земледелия, опираясь на виртуальные карты отдельных индикаторных свойств почв. Что же касается фундаментальной научной концепции о структуре почвенного покрова, реальных почвенных картах, синтезирующих «частную» информацию и формирующих представление о почвенном покрове как целостном природном образовании, то не может быть и речи об отказе от нее или какой-либо ревизии. Как раз напротив, появление новой информации о почвенном покрове, ранее не учтенной при разработке учения о структуре почвенного покрова, позволит усовершенствовать теорию и особенно ее практические приложения.

Причина несовпадения почвенных карт, карт структур почвенного покрова и карт, используемых в точном земледелии в том, что контуры на почвенных картах выделяют с помощью традиционных почвенно-географических принципов, которые в определенной мере игнорируют показатели плодородия почв. Для сельскохозяйственных целей нужно устанавливать не только постоянные (закономерные) границы между отдельными частями поля, но и временные (случайные) границы, которые формируются синхронно с изменениями погоды, применяемой технологии, развития и состояния культуры. Именно поэтому концепция структуры почвенного покрова для целей точного земледелия недостаточна.

Таким образом, нам представляется актуальным и вполне обоснованным введение новых границ в почвенном покрове, основанных на латеральном изучении свойств почв, – морфологических, физических, физико-механических и других. С помощью границ обоснована конфигурация производственных рабочих участков для дифференцированного применения агротехнологических операций.

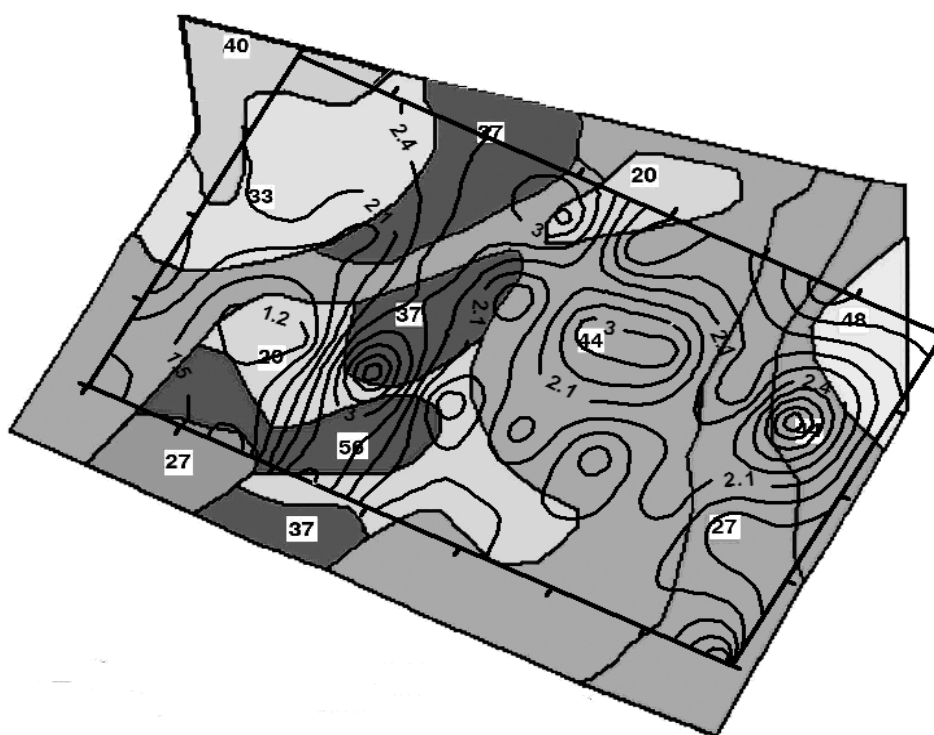


Рис. 1. Совмещение (кокригинг) почвенной карты объекта Романив с 2-D-диаграммой содержания гумуса

Типы почв показаны оттенками серого цвета, содержание гумуса (%) – изоплетами.

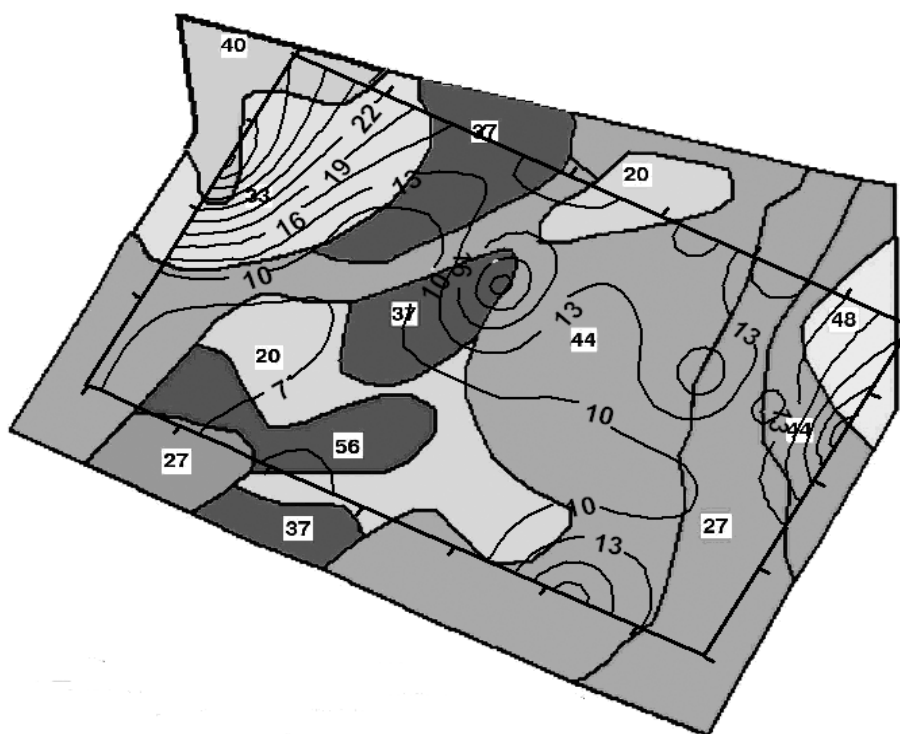


Рис. 2. Совмещение (кокригинг) почвенной карты объекта Романив с 2-D-диаграммой содержания подвижного фосфора

Типы почв показаны оттенками серого цвета, содержание фосфора (мг/100 г почвы) – изоплетами.

Соотношение площадей почв поля с разным уровнем плодородия. В заключении продемонстрируем соотношение в исследованных полях площадей, где целесообразна различная, в том числе нулевая, агротехнология. Для этого воспользуемся полученными 2-D-диаграммами (их примеры на рис. 3) и нормативами, представленными выше. Следует обратить внимание (табл. 3 и 4), что даже в полях наиболее проблемной зоны Полесья значительная часть полей не требует интенсивного рыхления, известкования и даже удобрения. Не менее точной должна быть система земледелия во всех других полях. Ясно, что чем больше площадь поля, допускающая минимизацию агротехнологий, тем выше экономическая и экологическая выгода от точного земледелия. Полагаем, что полученные данные поясняют возрастающий интерес в мире к точному земледелию (Jakushev et al., 2001; Godwin et al., 2002) и безусловные его перспективы в Украине.

Таблица 3

Соотношение (%) площадей с применением различных способов предпосевной обработки на исследованных объектах в зависимости от уровня равновесной плотности сложения почв

Объект	Способы обработки		
	без обработки	минимальная	стандартная для зоны
Ведильцы	10	50	40
Романив	60	30	10
Колки	25	40	35
Коротыч	50	40	10
Коммунар	70	25	5
Донецк	75	22	3

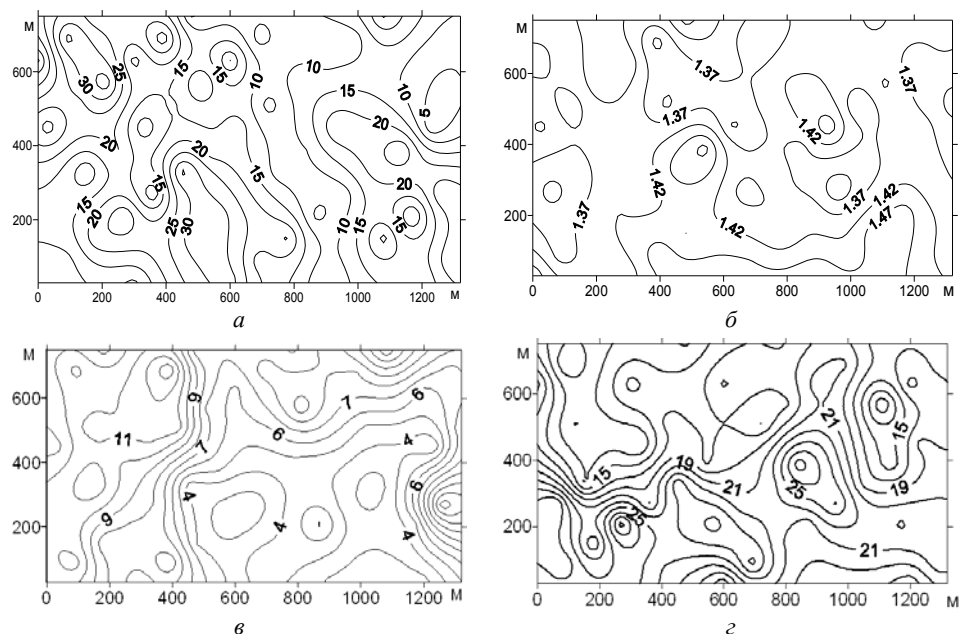


Рис. 3. 2-D-диаграммы пространственной неоднородности содержания глыб (а, %), равновесной плотности сложения (б, г/см³), подвижных форм азота (в, мг/кг почвы) в посевном слое и урожая зерна (г, к.е.), дерново-среднеподзолистая почва (Ведильцы)

Таблица 4

Соотношение (%) площадей на исследованных полях с различными уровнями применения минеральных и органических удобрений и сценарии химической мелиорации

Объекты	Минеральные удобрения				Органические удобрения			Сценарии химической мелиорации		
	Виды	Без удобрений	На запланированных урожай	Так же + доп. количество	Без удобрений	Среднее количество	Так же + доп. количество	Без мелиорации	Поддерживающий	Стандартный
Романив	N	100	0	0	14	65	21	30	26	44
	P	21	79	0						
	K	37	63	0						
Колки	N	100	0	0	45	17	38	80	13	7
	P	0	22	78						
	K	0	42	58						
Ведильцы	N	0	0	100	20	53	27	0	0	100
	P	70	26	4						
	K	24	73	3						
Коротыч	N	0	17	83	9	47	44	45	35	20
	P	28	72	0						
	K	90	10	0						
Коммунар	N	15	85	0	30	62	8	39	61	0
	P	100	0	0						
	K	100	0	0						
Донецк	N	0	42	58	1	87	12	—	—	—
	P	10	90	0						
	K	15	85	0						

ВЫВОДЫ

Рассмотрены континуальность и дискретность как формы проявления неоднородности почвенного покрова, использующиеся при построении соответственно зональной и точной систем земледелия. Введено представление об индикаторных свойствах и нормативах почв, при применении которых континуальный почвенный покров становится дискретным.

Точное земледелие базируется на новых почвенных границах, образующих в поле севооборота контуры с различным уровнем плодородия для дифференциации компонентов систем земледелия.

Использование принципов точного земледелия и обследование индикаторных свойств почв полей по регулярной сетке позволило разделить поле на контуры с тремя уровнями плодородия, один из которых характеризуется оптимальными или близкими к нему свойствами, что позволяет отказаться (или существенно сократить) от применения обработки, удобрения или химелиорантов.

Внедрение точного земледелия позволит заменить традиционную зональную систему земледелия точной – почвозащитной и ресурсосберегающей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Achasov, A. B., 2009.** Gruntovo-heoinformatsiini zasady protyeroziinoi optyimizatsii ahrolandschaftiv: teoriia i praktyka [Soil-geoinformative base of landscape optimization: theory and practice], Referat of doctor science diss., Kyiv (in Ukrainian).
- Fridland, V. M., 1984.** Struktura pochvennogo pokrova [Structure of a soil cover], Mysl, Moscow (in Russian).
- Godwin, R. J., Earl, R., Taylor, C., Wood, G. A., Bradley, R. I., Welsh, J. P., Richards, T., Blackmore, B. S., Carver, M., Knight, S., 2002.** Precision farming of cereals. Practical guidelines and crop rotation. Project Report 267, Home-Grown Cereals Authority. London.
- Gorjachkin, S. V., 2006.** Problema prioritetov v sovremennykh issledovaniakh pochvennogo pokrova: strukturno-funktsionalno-informatsionnyj podkhod ili partialnyj analiz [Problem of priorities in modern researches of a soil cover: the structurally – functional -information approach or the partial analysis], Proceedings «Modern natural and anthropogenous processes in soils and geosystems», Moscow, 53–80 (in Russian).
- Gychka, M. M., 2007.** Naukove obgruntuvannia metodiv dystantsiinoho zonduvannia v monitorynhu gruntiv [Scientific substantiation of remote sensing methods in soil monitoring], Referat of cand. science diss., Kharkiv (in Ukrainian).
- Jakushev, V. P., Poluektov, R. A., Smoljar, E. I., Topazh, A. G., 2001.** Tochnoe zemledelie (analiticheskij obzor) [Precise agriculture (state-of-the-art review)], Agrochemical bulletin, 5, 28–33 (in Russian).
- Korsunov, V. M., Krasekha, E. N., Galdin, V. P., 2002.** Metodologiya pochvennykh ekologo-geograficheskikh issledovanij i kartografii pochv [Methodology of soil ecology-geographical researches and soil cartography], Publishing of Buryat NC of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Ulan-Ude (in Russian).
- Kozlovsky, F. I., 2003.** Teoriia i metody izucheniiia pochvennogo pokrova. Pochvennyj individuum i metody ego opredeleniia [Theory and methods of soil cover studying. A soil individuum and methods of its definition], GEOC, Moscow, 249–267 (in Russian).
- Kuziakova, I. F., 2006.** Kontsepsiia pochvennogo individuumu v svete sovremennykh predstavlenij o pochvennoj neodnorodnosti [Concept of a soil individuum in a view of modern representations about soil heterogeneity], Proceedings «Modern natural and anthropogenous processes in soils and geosystems», Moscow, 324–344 (in Russian).
- Medvedev, V. V., 2007.** Neodnorodnost pochv i tochnoe zemledelie. Chast 1. Vvedenie v problemu [Soil heterogeneity and precise agriculture. Part 1. Introduce in the problem], 13 Publishing house, Kharkiv (in Russian).
- Medvedev, V. V., 2009.** Neodnorodnost pochv i tochnoe zemledelie. Chast 2. Rezultaty issledovanij [Soil heterogeneity and precise agriculture. Part 2. Results of investigation], 13 Publishing house, Kharkiv (in Russian).
- Petersen, H., Fleige, H., Rabbel, W., Horn, R., 2006.** Geophysical Methods for Imaging Soil Compaction and Variability of Soil Texture on Farm Land. Advances in Geocology 38 “Soil Managing for Sustainability”, Catena, Verlag

GMBH, 35447, Reiskirchen, Germany, 261–272.

Romanenkov, V. A., Larin, V. E., Lukin, S. M., 2006. Issledovanie protsessov, opredelyayushchikh prostranstvennoe izmenenie plodorodiia pakhotnykh pochv dlia modelirovaniia urozhajnosti [Research of the processes defining spatial change of arable soil fertility for modelling of productivity], Proceedings «Modern natural and anthropogenous processes in soils and geosystems», Moscow, 305–323 (in Russian).

Samsonova, V. P., Meshalkina, J. L., Dmitriev, E. A., 2001. Struktury prostranstvennoy varibelnosti agrochimicheskikh svojstv pakhotnoj dernovo-podzolistoj pochvy

[Structure of spatial variability of agrichemical properties of arable soddy-podsolic soil], Theoretical and methodological problems of soil science, GEOC, Moscow, 318–331 (in Russian).

Stepanov, I. N., 1986. Formy v mire pochv [Forms in the world of soils], Nauka, Moscow (in Russian).

Truskavetsky, S. R., 2006. Vykorystannia bahatospektralnoho kosmichnoho skanuvannia na heoinformatsiinykh system u doslidzhenni gruntovoho pokryvu Polissia Ukrainy [Using of multispectral space scanning and geoinformative system in investigation of soil cover Polyssia of Ukraine], Referat of cand. science diss (boil). Kharkiv (in Ukrainian).

Стаття надійшла в редакцію: 18.03.2015

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

THEORETICAL AND PRACTICAL ISSUES OF SOIL SCIENCE



M. K. Charko ✉

Dr. Sci. (Geogr.), Professor

A. A. Karpichenka

Cand. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof.

UDK 631.4

*Belarusian State University,
Nezavisimosti av., 4, Minsk, Belarus, 220030*

ATMOSPHERIC PRECIPITATION ON THE SOILS OF BELARUSIAN POLESYE

Abstract. The article considers the influence of atmospheric precipitation in the form of dust and dry residue with rain and snow in the formation of technogenic situations in the soils of the Belarusian Polesye. Anthropogenic impact on the soil is formed as a result of entering into the soil of technogenesis product, is made up of atmospheric precipitation in the form of dust and rain, as well as key components of chemical reclamation (Ca, Mg, K, N, P) of soil. Based on field research and data of the Hydrometeorological Service of Belarus there was generalized the information and disclosed the regularities of dust deposition and mineral residue precipitation in Belarusian Polesye. Mapping the anthropogenic impact on the soil was performed using software packages ESRI ArcView and ESRI ArcGIS.

It is set a noticeable spatial heterogeneity in the level of anthropogenic impact on the soil of the Belarusian Polesye, ranging from 6,3 t/ha per year in the district of Gantsevichi to 17,6 t/ha in Malorita district, Brest region. There is a general tendency of increasing of the given parameter in the direction from north-east to south-west of Polesye. The level of anthropogenic impact is largely dependent on natural (soil properties and structure of the soil) and economic (level of development and specialization of industry and agriculture) factors. The lowest value of the anthropogenic impact (less than 7,5 t/ha per year) is characteristic for areas with underdeveloped industry and a high proportion of drained peat soils: Gantsevichi, Oktyabrsky, Narovlya and Zhitkovichi. For the western part of the Belarusian Polesye (Malorita, Stolin, Ivanovo, Berezovsky, Droginichin areas) other than large areas of sandy soils, characterized by increased loads on agropochvy (12,1 or more t/ha per year), the largest contribution falls on the organic fertilizers.

Technogenic situation in the soils was estimated based on the amount of annual agrotechnogenic load on the soil, air emissions from stationary sources and the level of radioactive contamination, formed as a result of the Chernobyl accident. As a result, we allocated favorable, satisfactory, conflict, tension, and critical situation.

Favorable technogenic situation is typical for soils under forests and within specially protected areas (national parks and nature reserves) with anthropogenic load of less than 1 t/ha, not contaminated and distant from industrial centers. Such conditions correspond to 15 % of the Belarusian Polesye near major rivers and their tributaries in the region (the area between the Dnieper and the Sozh, the middle flow for the Pripyat and its tributaries Sluch, Yaselda, Ubort). A satisfactory situation has developed for 28,5 % of the territory, mainly within the northern part of the Pripyat Polesye due to a moderate level of anthropogenic pressure, in part – in the border of forest and wetland areas due to contamination with radionuclides. The conflict situation is typical for the northern part of Brest and Mozyr Polesye, on the right bank of the

✉ Tel.: +37529-773-09-71. E-mail: charko@bsu.by

DOI: 10.15421/041503

Dnieper and Berezina rivers, as well as in the area between Pina and Goryn rivers (27,7 %). In the southern part of the Brest Polesye, as well as in the countryside and along the Goryn river valley there is a tense situation (22,2 %), due to high anthropogenic pressure and intensive agricultural activities, in the latter case – also complicated by radioactive contamination. Critical man-made situation (7 %), which is observed in the south-east of Polesye, is due to high levels of radioactive contamination within the Polesye State Radiation Ecological Reserve and adjacent areas, despite the relatively low levels of air and agrotechnogenic pollution.

Keywords: *ingress of dust, dust deposition, dissolved minerals in rainwater, regularities of distribution, ecological evaluation, Belarusian Polesye.*

УДК 631.4

М. К. Чертко

д-р геогр. наук, проф.

О. О. Карпиченко

канд. геогр. наук, доц.

*Білоруський державний університет,
просп. Незалежності, 4, м. Мінськ, Білорусь, 220030,
тел.: +37529-773-09-71, e-mail: charko@bsu.by*

АТМОСФЕРНІ ВИПАДАННЯ НА ҐРУНТИ БІЛОРУСЬКОГО ПОЛІССЯ

Анотація. Атмосферні випадання у формі пилу і мінерального сухого залишку з дощем і снігом різнобічно впливають на життя ґрунту та недостатньо вивчені. На прикладі Білоруського Полісся за розробленою авторами методикою польових досліджень та отриманими даними, а також з використанням матеріалів гідрометеорологічної служби Білорусі, узагальнено і виявлено закономірності випадання пилу і мінерального залишку опадів нарізно і сумісно. Наведено порівняльні сумарні дані надходження забруднюючих речовин в атмосферу та їх повернення у ґрунт. За результатами досліджень наведено екологічну оцінку забруднення ґрунтів випаданнями із атмосфери природно-техногенного походження.

Ключові слова: *поступання пилу, випадання пилу, випадання сухого залишку, закономірності розподілу, екологічна оцінка, Білоруське Полісся.*

УДК 631.4

Н. К. Чертко

д-р геогр. наук, проф.

А. А. Карпиченко

канд. геогр. наук, доц.

*Белорусский государственный университет,
просп. Независимости, 4, г. Минск, Беларусь, 220030,
тел.: +37529-773-09-71, e-mail: charko@bsu.by*

АТМОСФЕРНЫЕ ВЫПАДЕНИЯ НА ПОЧВЫ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Аннотация. Атмосферные выпадения в виде пыли и минерального сухого остатка с дождем и снегом влияют разносторонне на жизнь почвы и изучены недостаточно. На примере Белорусского Полесья по разработанной авторами методике полевых исследований и полученных данных, а также с использованием материалов гидрометеорологической службы Беларуси обобщена информация и выявлены закономерности выпадения пыли и минерального остатка осадков раздельно и совместно. Приведены сравнительные суммарные данные поступления загрязняющих веществ в атмосферу и их возвращение в почву. По результатам исследования дается экологическая оценка загрязнения почв выпадениями из атмосферы природно-техногенного происхождения.

Ключевые слова: *поступление пыли, выпадение пыли, выпадение сухого остатка, закономерности распределения, экологическая оценка, Белорусское Полесье.*

ВВЕДЕНИЕ

Почвы, которые испытывают воздействие, связанное с производственной деятельностью человека, называют антропогенными или техногенными. Такие почвы формируются на сильно преобразованной природной основе, отражают

многоаспектное техногенное давление и функционируют под влиянием как природных, так и социально-экономических законов. Анализ и оценка техногенного давления на преобразованные человеком почвы в нашем исследовании базируется на ландшафтно-геохимической основе.

Техногенная нагрузка на почвы складывается из космической и атмосферной пылегазовой смеси (природной и техногенной от промышленных стационарных источников), сухого остатка в выпадающих атмосферных осадках и ведущих компонентов химической мелиорации (Ca, Mg, K, N, P) почв. В Белорусском Полесье эти выпадения исследовались в пределах природных и агропочв отдельно из-за специфики техногенной нагрузки по химической мелиорации.

Современные научные исследования направлены на выявление закономерностей по поступлению пыли и загрязняющих веществ в атмосферу, воды, со снежным покровом в почвы (Alekseenko, 1990; Khomich, Kakareka, Kukharchik, 2004; Chartko and Karpichenka, 2013; Zaytseva et al., 2013). Редкие публикации встречаются по выпадению пыли и минерального остатка с атмосферными осадками (Arzhanova and Yel'patevskiy, 1990; Svistov, 2011). Приводимые результаты авторами весьма существенно отличаются между собой. Допускается различный подход к расчетам атмосферных выпадений. Поэтому выпадения исчисляются авторами от нескольких тонн на километр квадратный (Svistov, 2011) до десятков и сотен тысяч тонн на километр квадратный (Arzhanova and Yel'patevskiy, 1990).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования послужили природные и агропочвы Белорусского Полесья. Предмет исследования – степень техногенной и природной нагрузки и ее экологическая оценка. Методы исследования – сравнительно-географический, картографический.

Экспозиция по учету пыли проводилась в солнечную погоду при слабом ветре чаще после дождя в течение суток. Исключалось попадание почвенной пыли на экспозиционный лист шероховатой бумаги размером 20×20 см. После взвешивания листа до и после экспозиции вычислялось количество пыли на квадратный километр.

Расчет количества выпавшей пыли и минерального остатка в осадках за год на гектар проводился по формуле:

$$П = [(Э_{п} \cdot D_1) \cdot K] + [(Э_{сн} \cdot D_2) \cdot K] + [(Э_{жс} \cdot D_3) \cdot K],$$

где $Э_{п}$ – количество пыли (аэрозоли) в мг на экспозиционном листе; $Э_{сн}$ – количество минерального остатка, выпавшего со снегом; $Э_{жс}$ – количество минерального остатка, выпавшего с жидкими осадками; D_1 – количество дней в году без осадков; D_2 – количество дней в году со снегом; D_3 – количество дней в году с жидкими осадками; K – коэффициент перерасчета количества пыли и минерального остатка на га/год.

Расчет по пыли на $км^2$ выглядит следующим образом:
 $0,1 \text{ г} \times 25 \times 1000000 = 25\,000\,000 \text{ г/км}^2 = 25 \text{ т/км}^2$ за сутки $\times 195$ дней в году без осадков = $48,75 \text{ т/км}^2$.

Расчет по минеральному остатку в атмосферных осадках, $мг/км^2$:

$$(a : 10) \times b \times 1\,000\,000,$$

где a – количество осадков выпавших за год, мм; 10 – коэффициент для перевода количества выпавших осадков в $л/м^2$; b – сухой остаток (сумма ионов) в выпавших осадках, $мг/дм^3$; 1 000 000 – коэффициент для перевода сухого остатка в $мг/км^2$.

Для перевода в $т/км^2$ полученный результат делим на 1 000 000 000.

Выпадение минерального остатка и количество дней с осадками и без осадков в году рассчитывалось по данным Белгидромета за 2001–2010 гг. (Loginov, 2011).

Картографирование техногенной нагрузки на почвы Полесья производилась по разработанной ранее методике (Chartko and Karpichenka, 2012). Построение карт

производилось с использованием программных комплексов ESRI ArcView и ESRI ArcGIS. Картографирование включало в себя создание базы геоданных, привязку растровых данных, в качестве которых использовался ряд карт из Национального атласа Беларуси (Natsyyanalny atlas., 2002).

Вначале была создана картограмма, отражающая величину техногенной нагрузки на ландшафты Полесья в разрезе административных районов, что связано со спецификой ведения статистического учета в Республике Беларусь, получение более детальной информации не представляется возможным, при этом не является удобным при исследовании в региональном масштабе.

В дальнейшем методом сплайновой интерполяции была создана грид-модель с помощью модуля Spatial Analyst. Итогом стало создание карты техногенной нагрузки в почвах Белорусского Полесья (Chartko and Karpichenka, 2013).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Географическое распределение химических элементов по разным почвам достигает иногда довольно контрастных величин, что потребовало разработки методики картографирования техногенной нагрузки с учетом характера текущего использования почв в пределах Белорусского Полесья. По величине только вносимых удобрений выделены агропочвы с низкой величиной техногенной нагрузки (0,150–0,200 т/га), средней – (0,201–0,250), сильной – (0,251–0,300), избыточной – (более 0,301 т/га). Агропочвы, в которых содержание биоцидов, тяжелых металлов, рассолов, радионуклидов или нефтепродуктов выше ПДК, выделены в тип геохимически токсичных.

Современные природные почвы Белорусского Полесья освоены не равномерно, наибольшие их территории приходятся на южную часть Полесья, где местами достигают площади более 60 %. Они представлены лесами, лугами и болотами и удалены от населенных пунктов. Промышленно развитых центров мало, поэтому степень загрязнения под воздействием техногенеза через атмосферу незначительная, даже с учетом космической пыли. Более сложная ситуация складывается с минеральным остатком, выпадающим с осадками, в связи с чем нами была разработана специальная методика по выявлению выпадения пыли и минерального остатка с осадками для природных ландшафтов.

Прежде всего, требовалось разграничить количество дней с осадками в год наблюдения и количество дней без осадков, рассчитать для них отдельно сумму по выпавшей пыли и минерального остатка в осадках. Карты составлялись исходя из следующих особенностей в пределах исследуемого региона.

Метеостанций по учету минерального остатка (Loginov, 2011) в Белорусском Полесье мало (Гомель, Мозырь, Жлобин, Пинск, Брест, Пружаны) и они не совпадают с нашими точками наблюдения за выпадающей пылью (Брест, Малорита, Кобрин, Детковичи, Телеханы, Ивацевичи, Пинск, Пружаны, Луинец, Любань, Светлогорск, Жлобин, Буда-Кошелево, Гомель), поэтому для выявления суммарного выпадения пыли и минерального остатка для природных почв Белорусского Полесья требовалось составление самостоятельных карт:

- по учету суммарной пыли за год в точках отбора и последующем проведении изолиний;

- по учету суммарного минерального остатка за год, выпавшего с атмосферными осадками с последующим проведением изолиний.

- итоговая карта (пыль + минеральный остаток).

При расчетах учитывалось количество дней с осадками в году (170) для минерального остатка и количество дней без осадков (195) для пыли.

Исследования выпадения пыли проводили в течение трех лет (2011–2013 гг.), сначала в агропочвах, затем в природных почвах. Поскольку в период наблюдений часто выпадали осадки, то атмосфера была в достаточной степени очищена, и в

погодные дни после осадков при отсутствии почвенной пыли по всем точкам наблюдений результаты суточного выпадения пыли практически одинаковы (0,1 г в сутки на экспозиционную площадь 20×20 см), что соответствует выпадению пыли 48,75 т/км² в год за 195 дней в году без дождя. Незначительная разница по точкам наблюдения получена и по сухому остатку в осадках. Минимальная величина ее составила в г. Мозыре (0,74 т/км²) и максимальная – в г. Пинске (1,78 т/км²). Та же закономерность получена и по сумме выпавшей пыли в сочетании с сухим остатком в осадках. Результаты представлены в таблице.

Среднее выпадение минерального остатка с осадками и сумма пыли и сухого остатка

Метеостанции	Осадки в мм за год	Количество осадков на 1 м ²	Сухой остаток в осадках, мг/дм ³	Сухой остаток, мг/м ²	Сухой остаток, т/км ²	Сумма пыли и сухого остатка, т/км ²
Брест	630,0	63	20,66	1301,5	1,30	50,05
Гомель	658,8	66	17,00	1122,0	1,12	49,87
Мозырь	708,6	71	10,50	745,5	0,74	49,49
Пинск	685,2	68	26,18	1780,0	1,78	50,53
Пружаны	625,3	62	16,70	1035,4	1,03	49,78
Жлобин	713,2	71	18,81	1335,5	1,33	50,08

Техногенная нагрузка на почвы Белорусского Полесья (рис. 1) отличается пространственной неоднородностью и колеблется в достаточно широком диапазоне: от 6,3 т/га в Ганцевичском районе до 17,6 т/га в Малоритском районе Брестской области. Почти трехкратная разница может быть связана, в первую очередь, со свойствами почв (кислотность, содержание гумуса, гранулометрический состав, физико-химические свойства) и структурой почвенного покрова (соотношение площадей песчаных и суглинистых, минеральных и торфяных почв). Кроме того, большое значение имеет специализация растениеводства, структура севооборота, экономическое состояние сельскохозяйственных предприятий и наличие крупных животноводческих комплексов.

В результате наименьшая величина техногенной нагрузки (менее 7,5 т/га) наблюдается в районах со значительной долей осушенных торфяных почв – в Ганцевичском, Октябрьском, Наровлянском и Житковичском районах. В большинстве районов восточной части Полесья отмечается относительно небольшая техногенная нагрузка, несколько повышенные ее значения для Хойникского и Брагинского районов, вероятно, связаны с существенной долей земель, загрязненных радионуклидами, для которых определены более высокие дозы внесения химических мелиорантов (Lara et al., 2007).

Для ряда районов западной части Полесья (Столинский, Ивановский, Березовский, Дрогичинский) характерны повышенные нагрузки на агропочвы (12,1 и более т/га в год). При этом наибольший вклад в антропогенную нагрузку здесь вносят органические удобрения, дозы которых в Малоритском районе почти на 2 тонны превышают оптимальные значения. Последний случай подтверждается и данными агрохимических обследований (Agrokhimicheskaya kharakteristika..., 2012), согласно которым средневзвешенное содержание гумуса для района составляет 3 %, что является высоким показателем для песчаных, в значительной мере осушенных почв и, при определенных условиях, может вести к загрязнению окружающей среды (Chernysh, Kachkov, Bashkintseva, 2013).

Прослеживается общая тенденция увеличения рассматриваемой величины в направлении с северо-востока на юго-запад Полесья. Наибольшая техногенная нагрузка (свыше 12 т/га) характерна для почв вторичных водно-ледниковых (особенно в юго-западной части исследуемой территории), моренно-зандровых и, частично, аллювиальных террасированных ландшафтов, характеризующихся высокой долей песчаных почв в структуре почвенного покрова.

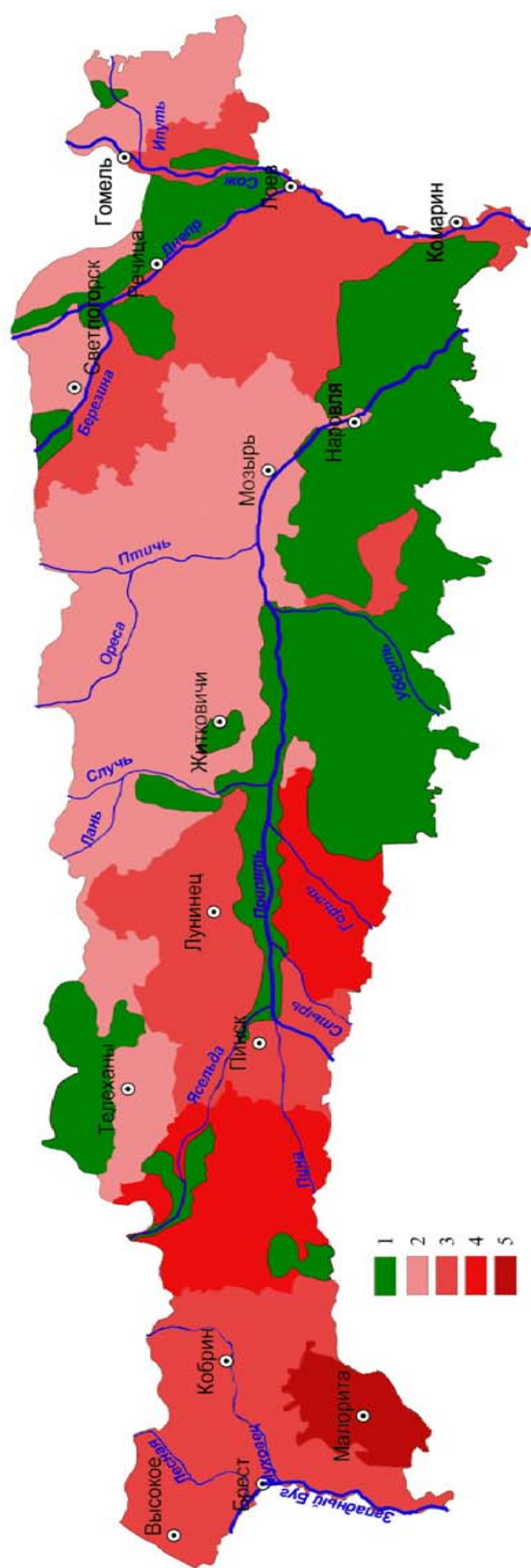


Рис. 1. Техногенная нагрузка на природные и агропочвы Белорусского Полесья

Для холмисто-моренно-эрозионных ландшафтов (Мозырская гряда) наблюдаются пониженные значения агротехногенной нагрузки на почвы, наименьшие – для пойменных и нерасчлененных ландшафтов с преобладанием болот. Минимальные нагрузки характерны для почв природных ландшафтов (менее 1 т/га).

По загрязнению воздушного региона Белорусское Полесье можно разделить на две практически равные части: восточная часть Полесья в среднем удерживает в воздухе около 211,8 тыс. т пыли- и газообразных веществ, западная часть – около 170,5 тыс. т. По сравнению с 2005 годом выбросы в атмосферу незначительно уменьшились: в восточной части на 27 тыс. т, в западной части – на 21 тыс. т. Наиболее высокое загрязнение воздушного бассейна в Полесье обусловлено мобильными источниками. Загрязнение от мобильных источников, по сравнению со стационарными, выше в 5 раз в западной части и в 1,5 раза в восточной части Полесья. Выбросы от стационарных источников закономерно противоположны: выше почти в 3 раза в восточной части Полесья по сравнению с западной частью, что подтверждается более развитой промышленностью, особенно горнодобывающей, в восточном Полесье (добыча фосфатов – Гомель, нефти – Светлогорск, калийных солей – Солигорск) и металлургии (Жлобин).

В ингредиентном отношении загрязнение воздушной среды Полесья в большей мере обусловлено твердыми частицами (5–6 тыс. т), оксидом углерода (6–14), диоксидом азота (4–10), диоксидом серы (2–19 тыс. т). Максимальные величины характеризуют восточную часть Полесья.

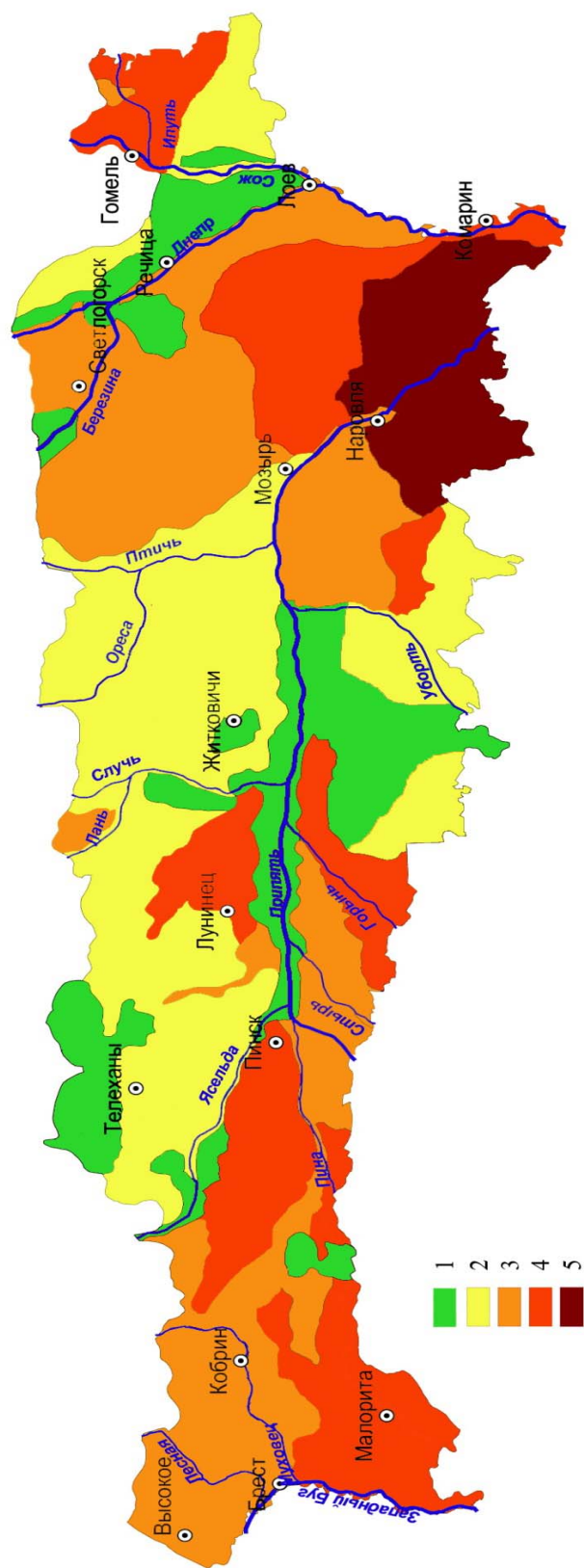
Загрязнение воздушного бассейна по ландшафтам наиболее высокое вблизи промышленных объектов. Максимальное загрязнение воздушной среды над ландшафтами отмечается в настоящее время в пределах Мозыря (34,2 тыс. т в год), Жлобина (8,3), Солигорска (6,8), Речицы (6,6), Гомеля (6,1), Светлогорска (5,4), Пинска (3,7), Березы (3,9), Лунинец (1,9), Бреста и Кобрин (по 1,8 тыс. т в год). Для большинства ландшафтной территории Полесья загрязнение воздушного бассейна определяется величинами 0,1–0,9 тыс. т в год (Okhrana okruzhayushchey..., 2011).

Анализ воздушной среды Белорусского Полесья позволяет заключить: в Полесье естественная защищенность и экологическая стабильность территории оценивается как средняя даже с учетом вносимых удобрений в агропочвы, что подтверждается также литературными данными (Natsionalny doklad..., 2011).

Карта техногенных ситуаций в почвах (рис. 2) составлена с учетом данных по ежегодной агротехногенной нагрузке на почвы, выбросов в атмосферу от стационарных источников и уровня радиоактивного загрязнения. Вначале определялась базовая ситуация по уровню агротехногенной нагрузки (благоприятная – при нагрузке менее 1 т/га, удовлетворительная – от 6,1 до 9, конфликтная – от 9,1 до 12, напряженная – свыше 12,1 т/га), а уровень воздушного и радиационного загрязнения учитывался в виде повышающих коэффициентов. Пороговым значением повышенного загрязнения атмосферного воздуха считался показатель выбросов свыше 6 тыс. т в год, а радиационного загрязнения – содержание Cs-137 в почве выше 185 кБк/м².

В результате были выделены *благоприятная, удовлетворительная, конфликтная, напряженная, критическая* ситуации.

Благоприятная техногенная ситуация соответствует лесным и природоохранным ландшафтам с техногенной нагрузкой менее 1 т/га, при условии отсутствия радиоактивного загрязнения и удаленности от источников загрязнения воздуха. Благоприятная техногенная ситуация формируется на 15 % территории Полесья, в основном приурочена к охраняемым территориям вблизи крупнейших рек региона и их притоков (междуречье Днепра и Сожа, среднее течение Припяти с притоками Случь, Ясельда, Уборть), а также к крупным лесным массивам. *Удовлетворительная* ситуация сложилась на 28,5 % территории, в основном, в пределах северной части Припятского Полесья за счет умеренного уровня



Техногенные ситуации: 1 – благоприятная, 2 – удовлетворительная, 3 – конфликтная, 4 – напряженная, 5 – критическая.

Рис. 2. Техногенные ситуации в почвах Белорусского Полесья

техногенного давления, частично – в приграничных районах из-за загрязнения радионуклидами. Практически на такой же площади (27,7 %) отмечена *конфликтная* ситуация, характерная для северной части Брестского и Мозырского Полесья, правобережья Днепра и Березины, а также в междуречье Пины и Горыни.

В пределах южной части Брестского Полесья, а также в Загородье и вдоль долины Горыни сложилась *напряженная* ситуация (22,2 %), обусловленная высоким уровнем техногенного давления и интенсивной сельскохозяйственной деятельностью, в последнем случае – еще и осложненная радиоактивным загрязнением. *Критическая* техногенная ситуация (7 %), которая наблюдается на юго-востоке Полесья, обусловлена высоким уровнем радиационного загрязнения в пределах Полесского государственного радиационно-экологического заповедника и на прилегающих территориях, с относительно низким уровнем воздушного и агротехногенного загрязнения.

ВЫВОДЫ

1. Результаты суточного выпадения пыли составили 0,1 г в сутки на экспозиционную площадь 20×20 см), что соответствует выпадению пыли 48,75 т/км² в год за 195 дней в году без дождя. Минимальная величина сухого остатка в осадках составила в г. Мозыре (0,74 т/км²) и максимальная – в г. Пинске (1,78 т/км²).

2. Техногенная нагрузка на почвы Белорусского Полесья (рис. 1) отличается пространственной неоднородностью и колеблется в достаточно широком диапазоне: от 6,3 т/га в Ганцевичском районе до 17,6 т/га в Малоритском районе Брестской области. Минимальные нагрузки характерны для почв природных ландшафтов (менее 1 т/га).

3. В почвенном покрове выделены *благоприятная* (15 % площади), *удовлетворительная* (28,5), *конфликтная* (27,7), *напряженная* (22,2), *критическая* (7 %) ситуации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Agrokhimicheskaya kharakteristika pochv selskokhozyaystvennykh zemel Respubliki Belarus (2007–2010), 2012 [Agrochemical characteristics of soils of agricultural land of the Republic of Belarus (2007–2010)]. Minsk (in Russian).

Alekseenko, V. A., 1990. Geokhimiya landshafta i okruzhayushchaya sreda [Landscape geochemistry and the environment]. Nedra, Moscow (in Russian).

Arzhanova, V. S., Yel'patevskiy, P. V., 1990. Geokhimiya landshaftov i tekhnogenez [Landscape geochemistry and technogenesis]. Science, Moscow (in Russian).

Chartko, M. K., Karpichenka, A. A., 2012. Sostavlenie kart tekhnogennoy davleniya na agrolandshafty Belorusskogo Polesya [Mapping of technogenic loading on the agricultural landscapes of the Belarusian Polesye]. Landscape Geochemistry and Soil Geography. Moscow, 354–356 (in Russian).

Chartko, M. K., Karpichenka, A. A., 2013. Tekhnogennyye nagruzki na landshafty Belorusskogo Polesya [Technogenic loading on the landscapes of Belarusian Polesye], Vestnik BSU. 2, 62–65 (in Russian).

Chernysh, A. F., Kachkov, Yu. P., Bashkintseva, O. F., 2013. O porogovykh znacheniyyakh agrokhimicheskogo sostoyaniya pochv selsko-khozyaystvennykh zemel kak otrazhenie tekhnogennoy na nikh davleniya [Threshold of agrochemical soil condition agricultural soils as a reflection of technogenic pressure on them]. Structure and morphogenesis of the soil in terms of human impact. Minsk, 317–321 (in Russian).

Khomich, V. S., Kakareka, S. V., Kukharchik, T. I., 2004. Ekogeokhimiya gorodskikh landshaftov Belarusi [Ecogeochemistry of urban landscapes of Belarus]. Minskipproekt, Minsk (in Russian).

Lapa, V. V. et al., 2007. Spravochnik agrokhimika [Directory of agricultural chemist]. Belarusian science. Minsk (in Russian).

Loginov, V. F., 2011. Sostoyanie prirodnoy sredy. Ekologicheskii byulleten. 2010 god [State of Natural Environment. Ecological Bulletin. 2010]. Minsk (in Russian).

Natsyonalny atlas Respubliki Belarus, 2002 [National Atlas of the Republic of Belarus]. Minsk (in Belarusian).

Natsionalnyy doklad o sostoyanii, ispolzovanii i okhrane zemelnykh resursov Respubliki

Belarus (po sostoyaniyu na 01.01.2011 g.), 2011 [National report on the state, use and protection of land resources of the Republic of Belarus (as of 01.01.2011)] / Ed. by G. I. Kuznetsov. Minsk (in Russian).

Okhrana okruzhayushchey sredy Respubliki Belarus. Statisticheskiy sbornik, 2011 [Environmental Protection of the Republic of Belarus. Statistical Yearbook]. Minsk (in Russian).

Svistov, P. F., 2011. Antropogennye osadki: proiskhozhdenie, sostav i svoystva [Anthropogenic sediments: the origin,

composition and properties]. Ecological Chemistry. 20 (2), 105–113 (in Russian).

Zaytseva, N. V., May, I. V., Maks, A. A., Zagorodnov, S. Yu., 2013. Analiz dispersnogo i komponentnogo sostava pyley dlya otsenki ekspozitsii naseleniya v zonakh vliyaniya vybrosov promyshlennykh stacionarnykh istochnikov [Analysis of the particulate component and the composition of dust to assess the exposure of the population in the zones of influence of emissions from industrial stationary sources]. Hygiene and sanitation. 4, 19–23 (in Russian).

Стаття надійшла в редакцію: 21.05.2015

Рекомендує до друку: чл.-к. НАНУ, д-р біол. наук, проф. А. П. Травлєєв

ECOLOGICAL SOIL SCIENCE



V. L. Samokhvalova  Cand. Sci. (Agri.), Sen. Res. Sci.
O. V. Mangryka
A. I. Fateev Dr. Sci. (Agri.), Professor
V. M. Gorjakina

UDK 631.445.4:631.15;
504.53.06: 504.054. 272; 608

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

PATENT-INFORMATION SUPPORT FOR ASSESSING THE ENVIRONMENTAL STATUS OF THE SOIL

Abstract. Innovative (patent information research, elaboration of new methods and their implementation) and environmental management, the using of human-contaminated soils, soil protection against pollution and its prevention are the basic directions of the strategic management of soil resources. In conditions of intensive anthropogenic pressure the assessment of the ecological status of soils is an important factor, which reduces the risks of soil degradation and to propose ways to restore their productive and ecological functions on the further development of functional - ecological approach in soil science (Dobrovolsky, Nikitin, 1986, 1996). Therefore, urgent and important in theoretical and practical aspect is the elaboration of new technical decisions (methods) of soil quality assessment to create conditions to improve and to prevent the reduction of the level of productivity of soils and plants, the deterioration of their quality.

The purpose of the investigations – the analysis of information sources existing patent information base of Ukraine and Russia on the issue of the environmental assessment of soils and perform patent research. Tasks perform patent research: the technical level of the object; analysis of scientific and technical activities leading developers; studying trends existing way to do that; techno-economic analysis of technical solutions/inventions that meet the objectives of the development; the study of the newness and novelty of the developed object and its constituent parts; investigated of the feasibility of its legal protection.

It was considered the features of assessment of the soils environmental status in the investigation of the current patent-information database in Ukraine and Russia, components of which are developed new technical decisions. It was reviewed the providing patent information to assess the ecological status of both contaminated and uncontaminated soils. By analysis it was found that the patent-information support of Ukraine and Russia relative to existing methods of soils ecological status assessment is presented by the following ways: the ways of assessing of the soils research background concentrations, mobile, gross or water-soluble forms of trace elements and heavy metals; estimates based on bioassay and bioindication in combination with chemical analytical measurement indicators; comprehensive and expert evaluation of the properties of soils and its contamination; assessment of soil quality, considering the physical, physico-chemical and others properties; assessment of soil pollution using GIS technology, etc. The technical result of the developed methods is to improve the objectivity of assessment of changing soil quality and accuracy of the expert-analytical assessments of functional suitability of soils certain territory to growing different crops on a permanent or constant impact factor of pollution; for

 Tel.: +38057-704-16-69. E-mail: v.samokhvalova@mail.ru

DOI: 10.15421/041504

zoning for maximum efficiency use of different methods, methods of remediation of contaminated soils or soil improvers of different nature and micronutrients using to optimize the trace element status of soil and plants, soil quality; to evaluate the effectiveness of the testing results of the elaborated technical decisions in different soil-climatic zones.

Key words: *assessment, ecological status of the soil, industrial pollution, patents (technical decisions).*

УДК 631.445.4:631.15;
504.53.06: 504.054. 272; 608

В. Л. Самохвалова канд. с.-х. наук, стар. науч. сотр.
О. В. Мандрыка
А. И. Фатеев д-р с.-х. наук, проф.
В. Н. Горякина

*Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии
им. А. Н. Соколовского», ул. Чайковская, 4, г. Харьков, Украина, 61024,
тел.: +38057-704-16-69, e-mail: v.samokhvalova@mail.ru*

ПАТЕНТНО-ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ

Аннотация. Рассмотрены особенности оценки экологического состояния почв, в рамках исследования действующей патентно-информационной базы Украины и России, составляющими которой являются разработанные новые технические решения. Осуществлен обзор патентно-информационного обеспечения по оценке экологического состояния как загрязненных, так и незагрязненных почв. Установлено, что патентно-информационное обеспечение Украины и России относительно существующих способов оценки экологического состояния почв представлены способами: исследование фоновых концентраций, подвижных, валовых или водорастворимых форм микроэлементов и тяжелых металлов; оценки на основе биотестовых и биоиндикационных систем в сочетании с химическими аналитическими измерениями показателей; комплексной и экспертной оценки свойств почв и их загрязнения; оценки качества почв, учитывая физические, физико-химические и др. свойства; оценки загрязнения почв с использованием ГИС-технологий, и т.д. Техническим результатом разработанных способов является повышение объективности оценки изменения качества почвы и точности полученных экспертно-аналитических оценок функциональной пригодности почв определенной территории для выращивания различных сельскохозяйственных культур при перманентном или константном влиянии фактора загрязнения; для зонирования территории по максимальной эффективности применения различных способов, методов ремедиации загрязненных почв или использования почвоулучшателей различной природы и микроудобрений для оптимизации микроэлементного статуса почвы и растений, качества почвы; для оценки эффективности результатов апробации разработанных технических решений в различных почвенно-климатических зонах.

Ключевые слова: *оценивание, экологическое состояние почвы, техногенное загрязнение, патенты (технические решения).*

УДК 631.445.4:631.15;
504.53.06: 504.054. 272; 608

В. Л. Самохвалова канд. с.-г. наук, стар. науч. співр.
О. В. Мандрика
А. І. Фатєєв д-р с.-г. наук, проф.
В. М. Горякіна

*Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
ім. О. Н. Соколовського», вул. Чайковська, 4, м. Харків, Україна, 61024,
тел.: +38057-704-16-69, e-mail: v.samokhvalova@mail.ru*

ПАТЕНТНО-ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ

Анотація. Розглянуто особливості оцінки екологічного стану ґрунтів в рамках дослідження чинної патентно-інформаційної бази України та Росії, складовими якої є

розроблені нові технічні рішення. Здійснено огляд патентно-інформаційного забезпечення щодо оцінки екологічного стану як забруднених, так і незабруднених ґрунтів. Його аналізуванню встановлено, що патентно-інформаційне забезпечення України та Росії щодо існуючих способів оцінки екологічного стану ґрунтів представлено такими способами: дослідження фонових концентрацій, рухомих, валових чи водорозчинних форм мікроелементів і важких металів; оцінки на основі біотестових та біоіндикаційних систем в поєднанні з хімічними аналітичними вимірюваннями показників; комплексної і експертної оцінки властивостей ґрунтів та їх забруднення; оцінки якості ґрунтів з огляду на фізичні, фізико-хімічні та інші властивості; оцінки забруднення ґрунтів з використанням ГІС-технологій та ін. Технічним результатом розроблених способів є підвищення об'єктивності оцінювання зміни якості ґрунту та точності отриманих експертно-аналітичних оцінок щодо функціональної придатності ґрунтів певної території до вирощування різних сільськогосподарських культур за перманентного або константного впливу фактору забруднення; для зонування території за максимальною ефективністю застосування різних способів, методів ремедіації забруднених ґрунтів або використання ґрунтополіпшувачів різної природи і мікродобрив для оптимізації мікроелементного статусу ґрунту та рослин, якості ґрунту; для оцінки ефективності результатів апробації розроблених технічних рішень у різних ґрунтово-кліматичних зонах.

Ключові слова: оцінювання, екологічний стан ґрунту, техногенне забруднення, патенти (технічні рішення).

ВСТУП

Інноваційний (патентно-інформаційні дослідження, розробка нових способів та їх впровадження) та екологічний менеджмент і використання техногенно забруднених ґрунтів, охорона ґрунтів від забруднення та його попередження є базовими напрямками стратегічного управління ґрунтовими ресурсами.

В умовах інтенсивного техногенного пресингу оцінка екологічного стану ґрунтів є важливим фактором, який дозволяє зменшити ризики деградації ґрунтів та запропонувати шляхи відновлення їх продуктивної та екологічних функцій за подальшого розвитку функціонально-екологічного підходу у ґрунтознавстві (Dobrovolskij and Nikitin, 1986, 1996). Тому актуальним та важливим як в теоретичному плані, так і в прикладному аспекті втілення є розроблення нових технічних рішень (способів) оцінювання якості ґрунтів за створення умов для поліпшення їх екологічного стану і запобігання зниження рівня продуктивності ґрунтів та рослин, погіршення їх якості.

Мета дослідження – аналіз інформаційних джерел чинної патентно-інформаційної бази України і Росії щодо питання екологічної оцінки ґрунтів та виконання патентних досліджень.

Задачі виконання патентних досліджень – дослідження технічного рівня об'єкта; аналізування науково-технічної діяльності провідних розробників; вивчення тенденцій розвитку існуючих способів реалізації поставленої мети; техніко-економічний аналіз технічних рішень /винаходів, що відповідають завданням розробки; дослідження новизни та патентної чистоти розроблювального об'єкта і його складових частин; вивчення доцільності його правового захисту.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Інформаційно-аналітичні дослідження включали проведення патентного пошуку згідно з ДСТУ 3575-97. Методи досліджень – експертна оцінка, аналізування, співставлення.

Об'єкт дослідження – інформаційні джерела (патенти) щодо питання екологічної оцінки ґрунтів. Об'єкти патентного пошуку – об'єкти авторського права, які запатентовано в Україні та Росії 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 для здійснення способу. Ретроспектива пошуку – 20 років.

За необхідності урахування впливу вибору джерела інформації на якість патентних досліджень, а також на витратність їх проведення, використано реферати першоджерел національних патентних відомств та патентні бюлетені (джерела патентної інформації), джерела науково-технічної інформації за тематичного пошуку та виявлення документів-аналогів для забезпечення підвищення ефективності розробок з науково-дослідних робіт і створення передумов для науково обгрунтованого планування робіт щодо охорони ґрунтів та їх екоменеджменту, запобігання дублювання розробок, для впровадження наукових розробок.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналізуючи матеріали патентних досліджень України та Росії, встановлено, що існуючі патентні розробки містять реалізовані ідеї щодо різних аспектів наукової проблеми оцінювання екологічного стану ґрунтів. Так, охоронний документ, що стосується *способу екологічної оцінки забруднення довкілля важкими металами* (ВМ) (Pat. на kogysnu model 43854 UA, 2009) базується на результатах виділення з ґрунтів водорозчинних та рухомих форм ВМ. Визначають у породах, ґрунтах, донних відкладах та твердих промислових відходах вміст міграційно здатних форм ВМ як суму водорозчинних та рухомих, для кожного металу; та ступінь токсичності промислових відходів оцінюють за сумарною кількістю цих форм і порівнюють одержані результати з ГДК для рухомих форм металів у ґрунті, за перевищенням ГДК яких визначають наявність довготривалого забруднення.

Перспективними для оцінки екологічного стану ґрунтів є застосування ГІС-технологій. Так, *спосіб діагностики ґрунтового покриву за даними дистанційної інформації* російських фахівців (Pat. на poleznuu model 2327987 RU, 2008), включає проведення космічної зйомки, обробку отриманих даних, збір тематичних картографічних матеріалів та проведення вибіркового наземних досліджень. На підставі отриманих даних діагностують стан ґрунтового покриву.

Набули розвитку способи оцінки ґрунту шляхом дослідження фонових концентрацій, рухомих, валових чи водорозчинних форм мікроелементів або ВМ за допомогою хімічно-аналітичних методів. Так, охоронний документ щодо *способу визначення насиченості ґрунту рухомими формами важкого металу* (Pat. на kogysnu model 72307 UA, 2012) включає відбір наважки повітряно-сухого ґрунту, яка підлягає послідовній екстракції розчином 1 н HCl. Визначення проводять шляхом послідовного екстрагування до моменту відсутності металу у останній порції фільтрату. Спосіб забезпечує достовірне оцінювання здатності ґрунту до накопичення певного ВМ.

Запропоноване технічне рішення *способу визначення водорозчинних і рухомих форм мікроелементів у ґрунті* (Pat. на kogysnu model 29448 UA, 2000) базується на тому, що втрати валового вмісту мікроелементів від промивання водою або реагентом будуть відповідати в першому випадку водорозчинній, у другому – рухомій формі мікроелементів, які знаходяться за різницею валового вмісту мікроелементів у непромитій і промитій частині одного і того ж ґрунтового зразка. У патенті щодо *способу оцінки забруднення ґрунтів важкими металами* тих же авторів (Pat. на kogysnu model 49788 UA, 2002) оцінка забруднення дається не за сумою валової і рухомої форм, а за – водорозчинної, як найбільш мобільної і найбільш екологічно небезпечної форми.

У *способі оцінки забруднення та нестачі мікроелементів ґрунту за встановлення фоновому вмісту різних їх форм* (Pat. на kogysnu model 50068 UA, 2009) регіональний фоновий рівень вмісту мікроелемента (ФРВ МЕ) в ґрунтах на незабруднених територіях певного регіону визначають за формулою, наведено в патенті, використовуючи відібрані проби. Отримані дані обробляють з

використанням методів геостатистики, на базі яких створюють електронні картосхеми ФРВ МЕ в ґрунтах з відповідною градацією їх вмісту, які порівнюють з даними про регіональний вміст МЕ. За умови відхилення показників в бік збільшення або зменшення судять про нестачу або надлишок МЕ в ґрунтах, а межею відліку визначають відсутність різниці не більше ніж у 30 % випадків.

Згідно *способу оцінки пошкодженості ґрунтового покриття* (Pat. na poleznuu model 2090059 RU, 1997) здійснюють натурне обстеження земельної ділянки шляхом закладки рівновеликих майданчиків методом систематичної вибірки. Кожен з майданчиків характеризують одним, найбільш із зафіксованих на ньому, ступенем пошкодження, далі розраховують середньозважену ступінь пошкодження, який приймають за показник оцінки, а про пошкодженість ґрунтового покриття судять за величиною цього показника.

В іншому способі про *інтенсивність забруднення ґрунтів важкими металами* (Pat. na poleznuu model 2310844 RU, 2007) судять за результатами дослідження снігового покриття. Спочатку відбирають проби снігу, потім відфільтровують нерозчинну пилову частину сніжної маси, висушують її і зважують, потім визначають масу надходження пилу на 1 м² підстилаючої поверхні за певною формулою.

Діагностика екологічного стану ґрунтів часто проводиться в розрізі оцінки якості ґрунтів з огляду на фізичні, фізико-хімічні та ін. властивості. Так, згідно зі *способом щодо оцінки фізичної якості ґрунту* (Pat. na korysnu model 70406 UA, 2012) проводиться визначення інтегрованого індексу фізичної якості ґрунту (ІФЯГ) за сумою семи індивідуальних показників, порівнюючи які з максимальним параметром у вибірці, визначають якість ґрунту та його придатність для вирощування певних сільськогосподарських культур. ІФЯГ можна використовувати для різного роду оцінок. Наприклад, для оцінки функціональної придатності орних ґрунтів, тобто придатності ґрунтів на території області до вирощування різних сільськогосподарських культур з певними вимогами до ґрунтових умов; для обґрунтування аграрної політики в регіоні щодо підтримки товаровиробників з урахуванням якості ґрунту, на якому вони працюють та ін.

Згідно зі *способом оцінки якості ґрунту* визначають енергопотенціал відчувуваної частини врожаю і запаси енергії в гумусового шарі перед посівом на одиниці площі, а по частковій частині енергії гумусу, що витрачається на відтворення врожаю в системі "ґрунт-рослина", судять про природну якість ґрунту (Pat. na poleznuu model 2268461 RU, 2005).

Спосіб експрес-оцінки стану цілісності ґрунту (Pat. na poleznuu model 2141112 RU, 1999) характеризується проведенням вибірових вимірювань природних ґрунтових коливань, що відображають біологічну активність; обробкою результатів вимірювань в спектральній області з подальшою їх інтерпретацією з розподілу кластерів спектральних амплітуд.

Згідно зі *способом оцінки ґрунтової родючості* (Pat. na poleznuu model 2080771 RU, 1997), в досліджуваному ґрунті фізико-хімічним аналізом визначають вміст фізичної глини і фактичні параметри основних і додаткових ознак родючості. При цьому в числі основних ознак родючості визначають рН і вміст гумусу, шляхом зіставлення отриманих даних з розробленою у патенті шкалою проводять оцінку досліджуваного ґрунту, в результаті якої за фактичними параметрами основних ознак встановлюють попередній бал родючості досліджуваного ґрунту, а остаточний бал його родючості визначають через поправочні коефіцієнти на параметри додаткових ознак родючості.

Спосіб визначення хрому в ґрунті (Pat. na poleznuu model 2011991 RU, 1994) включає відбір ґрунтової проби, підготовку до дослідження шляхом сплаву її з плавнем і подальшого вилугування сплаву водним розчином соляної кислоти, обробку отриманого розчину хімічним реагентом для утворення комплексної

сполуки, її екстракцію органічним розчинником, відділення органічної фази від водної і визначення в органічній фазі вмісту хрому атомно-абсорбційним методом.

Охоронний документ щодо *способу визначення зміни балансу органічного вуглецю та азоту в ґрунті та співвідношення цих елементів* (Pat. na poleznuu model 2060948 RU, 1996) включає відбір середнього ґрунтового зразка, визначення вмісту в ґрунті вуглецю та азоту і їх співвідношення. Зміна балансу цих елементів визначається як різниця їх значень балансу за досліджуваний період.

Специфічним є *спосіб оцінки мікроелементного статусу регіону* (Pat. na poleznuu model 2280869 RU, 2006), де в якості біоіндикаторів використовують м'язову тканину диких копитних тварин та їх сільськогосподарських видів-аналогів. Застосування розробки дозволяє провести оцінку мікроелементного статусу великого регіону (близько 100 тисяч га) і локального агроценозу (кілька тисяч га) і, в ряді випадків, дозволяє встановити вплив людської діяльності на порушення мікроелементного статусу того чи іншого хімічного елемента. У м'язовій тканині тварин визначають вміст мікроелементів, порівнюють отримані результати з критичними рівнями вмісту елементів в харчових продуктах, вихід за межі яких свідчить про погіршення мікроелементного статусу регіону.

Оскільки забруднення міст і промислових регіонів рідко буває однорідним, а зазвичай – різномірним, доцільним є аналізувати ступінь комплексного забруднення ґрунту (Vodianytskyi, 2010). Дивлячись на недостатнє фінансування науково-дослідних установ та фізичну зношеність технічних засобів та приладів, досягти комплексності в оцінюванні вкрай важко. Серед патентів українських спеціалістів щодо комплексної оцінки екологічного стану ґрунтів, способів комплексної оцінки виявлено лише декілька. Так, у технічному рішенні щодо *визначення комплексної оцінки властивостей ґрунтів* (Pat. na korysnu model 52939 UA, 2003, 2003) ґрунт розглядається як трьохфазна система (мінеральний каркас, органічна речовина та ґрунтовий розчин), що утворює так звану піраміду показників, вершина якої знаходиться в точці перетину трьох векторів, бокові ребра представляють нормовані на максимальні значення вектори тривимірного простору. Використання способу дозволило встановити тісний зв'язок між коефіцієнтом переходу ^{137}Cs з ґрунту в рослини і якістю ґрунту, вимірюваною у одиницях КОВГ (комплексної оцінки властивостей ґрунтів), і показало можливість його промислового використання при побудові карт та прогнозуванні радіаційного стану в разі забруднення сільськогосподарських угідь.

У *способі комплексної оцінки забруднення атмосферного повітря та ґрунтів викидами промислових підприємств* (Pat. na korysnu model 38054 UA, 2008) на основі використання ГІС-систем, проводять інвентаризацію джерел викидів промислових підприємств, далі визначають концентрацію розсіювання забруднюючих речовин у повітрі, формують відповідну базу даних, згідно з корисною моделлю, переводять сформовану базу даних як вхідну базу для додаткової програми, на підставі якої створюють електронні карти розповсюдження забруднюючих речовин у повітрі та твердих частинок в ґрунті, шляхом використання ГІС проводять аналіз просторової інформації, на підставі якого здійснюють висновок про рівень забруднення в будь-якій точці площі в зоні впливу підприємств. Рівень забруднення ґрунтів порівнюють з відповідними ГДК та з фоновими значеннями.

На нашу ж думку, комплексна оцінка, повинна включати покомпонентне вивчення ґрунту (ґрунт як такий, ґрунтовий розчин, ґрунтове повітря, біологічна складова ґрунту, рослинні організми тощо), з дослідженням сукупного впливу забруднення різної природи (ВМ, нафти чи нафтопродуктів, радіаційного впливу тощо). Тому варто звернути увагу на патентні розробки російських фахівців щодо комплексних способів оцінки екологічного стану ґрунтів.

Спосіб комплексної оцінки екологічного стану ґрунтів (Pat. na poleznuu model 2501009 RU, 2013) заснований на дослідженні результатів аналізу проб з наступним

обчисленням інтегрального показника біологічного стану ґрунтів (ІПС). Згідно зі способом відбирають проби незабрудненого фонових ґрунту і забрудненого ВМ або нафтою і нафтопродуктами, і для кожної пари зразків ґрунтів визначають чисельність амоніфікуючих бактерій, чисельність мікроскопічних грибів, велику кількість бактерій роду *Azotobacter*, активність каталази, активність інвертази, енергію пророщування редису. За формулою, що представлена у технічному рішенні, розраховують ІПС ґрунту. За зниженням ІПС визначають екологічний стан ґрунтів, при цьому, якщо значення ІПС в забрудненому ґрунті більше 95 %, констатують нормальний екологічний стан ґрунту, при зниженні ІПС до 90–95 % – задовільний стан, при зниженні ІПС до 75–90 % – неблагополучний стан, а при зниженні ІПС нижче 75 % констатують катастрофічний стан.

Згідно з патентом щодо *способу комплексної оцінки екологічної обстановки та ефективності екологічного менеджменту в регіоні* (Pat. на poleznuu model 2243554 RU, 2004) здійснюють оцінку зміни в часі показників якості навколишнього середовища, найбільш чутливих до керуючих впливів, для забезпечення ефективності функціонування екологічного менеджменту в регіоні. Спосіб здійснюють в регіоні, урахують адміністративно-територіальні утворення (міста, в т.ч. промислові центри). Для збору даних використовують дистанційні методи. Локальний моніторинг проводять за показниками якості навколишнього середовища з визначенням територій з різною екологічною ситуацією. При проведенні моніторингу здійснюють оцінку зміни в часі показників якості довкілля, найбільш чутливих до керуючих впливів. Далі для кожного адміністративно-територіального утворення регіону визначають інтегральний показник оцінки ефективності екологічного менеджменту та їх сумарний показник в цілому по регіону за певною формулою. Якщо отримані показники позитивні, то екологічний менеджмент вважають задовільним, якщо негативні – незадовільним. Додатково визначають комплексний питомий показник оцінки ефективності екологічного менеджменту регіону.

Спосіб комплексного біотестування води, ґрунту, біологічно активних речовин у фітотестах (Pat. на poleznuu model 2322669 RU, 2008) реалізується через виявлення цитогенетичних та структурно-метаболических порушень у цибулин *Allium sera*, при цьому показниками цитогенетичних порушень є збільшення частоти аберантних клітин і зміна мітотичного індексу, показниками структурно-метаболических порушень – збільшення клітин з трьома і більше ядрами в ядрі і зміна тривалості мацерації корінців цибулин. Морфологічні порушення виявляють у *Phaseolus vulgaris*, при цьому запропоновано в якості показників морфологічних порушень використовувати зниження схожості насіння, збільшення частоти морфоз і зміна зеленої маси рослин. Після інтеграції отриманих результатів прогнозують ефекти післядій на популяційному рівні.

В охоронному документі щодо *оцінки сумарної токсичності хімічних факторів навколишнього середовища* (Pat. на poleznuu model 2083983 RU, 1997) оцінюють сумарну шкідливу дію токсикантів досліджуваного зразка шляхом визначення електричного пробного мембран еритроцитів при контакт з досліджуваним об'єктом.

У *способі визначення екологічної стійкості ґрунту у агроландшафтах* (Pat. на korysnu model 81031 UA, 2007) визначають відношення різниці інтенсивності респірації ґрунту цілини та ґрунту досліджуваної ділянки агроландшафту до інтенсивності респірації ґрунту цілини, отримують сталу достовірну оцінку екологічного стану ґрунту на даний період часу та визначають чітку градацію екологічної стійкості ґрунту до агротехногенних чинників.

Розроблено способи діагностики конкретного типу ґрунту та оцінки ґрунтів певної фізико-географічної зони. Так, *спосіб оцінки стану ґрунту чорноземного типу* (Pat. на poleznuu model 2322671 RU, 2008) базується на дослідженні біологічних показників після збирання врожаю, обліку відчужуваного врожаю. Додатково визначають сумарний вміст мікроорганізмів мікробного ценозу, нітрифікаційну

здатність і ферментативну активність ґрунту. А *спосіб оцінки впливу антропогенних навантажень на ґрунтовий покрив чорноземно-лісостепової зони* (Pat. na poleznuuy model 2011199 RU, 1994) включає відбір ґрунтових зразків досліджуваних ділянок з кожного горизонту, визначення рН H_2O , вмісту рухомого заліза. Оцінку впливу антропогенних навантажень на ґрунтовий покрив проводять за отриманими даними в статистиці.

Згідно зі *способом оцінки екологічного ризику деградації ґрунтового покриву* (Pat. na korysnu model 89944 UA, 2014) проводять визначення основних показників ґрунтової родючості: рН, вміст фізичної глини, гумусу, макро- та мікроелементів. Набір діагностичних критеріїв оцінки ризику деградації ґрунтів за різних систем землеробства зведено в таблицю, за якою можливо вести моніторинг та прогнозувати розвиток ризиків деградації, за найменшою кількістю показників, та отримання більш точних даних.

На даний час в українських патентних розробках аспект оцінки екологічного стану ґрунтів в умовах впливу забруднення нафтою і нафтопродуктами представлено *способом визначення рівня забруднення ґрунту нафтою і нафтопродуктами* (Pat. na korysnu model 51113 UA, 2002), що базується на використанні ІЧС методу, виготовленні контрольних зразків та виявлення забруднювачів за спектральними характеристиками і побудові градувальних графіків.

Серед російських патентних розробок питанню оцінки впливу на ґрунтове середовище нафти та нафтопродуктів присвячено декілька способів. Так, згідно зі *способом експрес-визначення забруднення ділянок ґрунтів і підземних вод нафтою і нафтопродуктами* (Pat. na poleznuuy model 2519079 RU, 2014) проводять буріння свердловинами малого діаметру на малу глибину, відбір проб підґрунтового газу, визначення в пробах об'ємної концентрації метану, сумарних вуглеводнів, а також об'ємної активності радону Rn_{222} і Rn_{220} . За зниженням об'ємної активності радону, підвищенням концентрації метану й сумарних вуглеводнів до природного фону роблять висновок про наявність ділянки забруднення.

Спосіб оцінки фітотоксичності нафтозабрудненого ґрунту (Pat. na poleznuuy model 2461178 RU, 2012) включає посів у такий ґрунт пророщеного насіння злаків, додатково вимірюють інтенсивність гутації у цих же проростків в більш пізньому віці і обчислюють відношення величини інтенсивності гутації, виміряної додатково, до інтенсивності гутації 1-добових проростків, при цьому оцінку рівня фітотоксичності ґрунту здійснюють відповідно до поданої у способі градацією відносного рівня фітотоксичності нафтозабрудненого ґрунту.

Більшість способів, в рамках оцінювання екологічного стану ґрунтів, реалізуються за рахунок застосування біоіндикаційних та біотестових систем з виявлення забруднення ґрунту ВМ. Так, *спосіб біоіндикації забруднення ґрунту свинцем* (Pat. na korysnu model 47050 UA, 2002) здійснюється шляхом визначення мікроядерного індексу клітин епітелію дітей дошкільного віку за розрахунку кількості клітин з мікроядрами. При значеннях мікроядерного індексу вище 0,026 умов. одиниць робиться висновок про наявність забруднення солями свинцю ґрунту в місцях розташування дитячих дошкільних закладів.

Спосіб біомоніторингу антропогенного забруднення довкілля (Pat. na korysnu model 67903 UA, 2004) заснований на використанні трансгенних рослин. Для первинної оцінки хімічного і радіаційного забруднення пропонується використання трансгенних рослин в поєднанні з аналізом порушень мітозу: для первинної діагностики антропогенного забруднення використовується *Arabidopsis thaliana* з різним ступенем чутливості до мутагенів, для конкретизації чинника забруднення – насіння цибулі *Allium cepa*. Запропонований спосіб дозволяє отримати оцінку інтенсивності мутагенного фону, зумовленого дією хімічних та радіаційних факторів.

Спосіб мікробіологічної індикації забруднення ґрунтів важкими металами (Pat. na korysnu model 29703A UA, 2000) дає можливість визначити специфічну реакцію субстрату (аскорбінової кислоти) на присутність ВМ у ґрунті та визначити ступінь

токсичного впливу ВМ на біологічну систему (ферментативну активність) завдяки визначенню швидкості ферментативної реакції окислення ґрунтом аскорбінової кислоти в дегідроаскорбінову.

Згідно зі способом *біотестування екологічного стану техногенно трансформованих територій* (Pat. на korysnu model 20908 UA, 2007), оцінка екологічного стану ґрунту здійснюється шляхом біоіндикації за допомогою безхребетних організмів – представників роду Твердокрилі або Жуки (*Coleoptera*). Для біотестера створюють мікрокультиватори з метою утримання в них когорт даного виду організмів безпосередньо на досліджуваній території, фіксують кількість особин біоіндикатора на початку кожної з вікових стадій. Отримані дані заносять у таблицю виживання та плодючості, будують криві виживання даного виду.

У патенті щодо *екологічної оцінки забруднення навколишнього середовища важкими металами* (Pat. на poleznuu model 2266537 RU, 2005) в якості біоіндикаторів використовують внутрішні органи і м'язи диких копитних тварин, визначають вміст у них ВМ, порівнюють отримані результати з максимально допустимими рівнями ВМ у харчових продуктах, за перевищенням значень яких судять про наявність забрудненості території, причому наявність довготривалого забруднення регіону ВМ визначають за перевищенням їх концентрації у нирках, а наявність залпового викиду ртуті і свинцю визначають за перевищенням їх концентрації в м'язах і печінці.

Спосіб визначення токсичності ґрунтів хімічними речовинами (Pat. на poleznuu model 2128415 RU, 1999) передбачає кількісну оцінку чисельності ногохвосток у верхній ділянці орного шару ґрунту в кінці досліду. Визначення проводять в системі сівозміни під кожною оброблюваною культурою протягом всієї вегетації рослини з інтервалом 30 – 40 днів при вологості ґрунту орного шару 60–70 %.

Охоронний документ щодо *способу визначення токсичності ґрунтів* (Pat. на poleznuu model 2490630 RU, 2013) включає біотестування за кількістю організмів при оптимальній вологості ґрунту. Токсичність ґрунту визначають за азотфіксуючою активністю бульбочкових бактерій, які формують бульби на кореневій системі бобових трав у 15–20-сантиметровому шарі ґрунту, через 2–3 тижні після весняного відростання і до фази цвітіння. Ступінь токсичності ґрунту визначають по внутрішньому забарвленні азотфіксуючих бульбочок (рожеве або червоне), при наявності забарвлення більш ніж у 50 % клубочків оцінюють стан ґрунту як задовільний, наявність його у 20–50 % – вважають екологічним ризиком, а менш ніж у 20 % – екологічним лихом.

Спосіб визначення токсичності ґрунту методом біотестування з використанням рівнощетинкових інфузорій (Pat. на poleznuu model 2482478 RU, 2013) включає екстракцію ґрунтового зразка водою, фільтрацію з отриманням прозорого розчину і рН 7,0–8,2, приготування шкали розведень екстракту і визначення токсичності зразка за тест-реакції інфузорій.

Згідно зі *способом оцінки забруднення ґрунтів агроландшафту політантами* (Pat. на poleznuu model 2096781 RU, 1997) токсичність ґрунтів від забруднення їх політантами визначають за допомогою тест-рослин сімейства ряскових. Коефіцієнт зростання ряскових на ґрунтових водних витяжках, специфічне забарвлення ряски після кожного забруднювача використовують в якості показника токсичності ґрунту.

Спосіб оцінки забруднення навколишнього середовища (Pat. на poleznuu model 2372617 RU, 2009) полягає у вилученні з досліджуваного середовища тварин-біоіндикаторів, проведенні аналізу їх морфологічних ознак по частоті асиметричного прояву ознак, обчисленні частоти асиметричного прояву ознаки за певною формулою і порівнянні отриманих даних з 5-бальною шкалою оцінки відхилень ознак від первинної білатеральності за величиною інтегрального показника тварини-біоіндикатора.

Патенти щодо *способів тестування забруднення ґрунтів кадмієм, цинком та свинцем* дозволяють диференційовано тестувати забруднення ґрунтів кадмієм, цинком та свинцем. Використання способів дозволить виділяти зони забруднення окремо кадмієм, цинком чи свинцем. Ці розробки містять в собі аналіз атипового поліморфізму структурних елементів рослини-індикатора та одержання висновків за даними обліку і статистичної обробки про наявність структурно-трансформуючого ефекту, а також застосування тест-системи за розробленою 10-бальною індикаторною шкалою. Для *тестування забруднення ґрунтів кадмієм* (Pat. на korysnu model 10899 UA, 2005) використовують ступінь прояву різноякісності будови елементів генеративної сфери рослини – карполого-ембріологічного апарату, та додаткові, спеціально розроблені індикаторні шкали за показниками гістоструктурної мінливості насінин та плодів *Cichorium intybus* L., а саме показниками частоти стривальності конічної форми сім'янки та товщини шару ендосперму, та за цими індексами визначають ступінь та специфіку забруднення ґрунтів кадмієм. У способі *тестування забруднення ґрунтів цинком* (Pat. на korysnu model 6418 UA, 2005) визначають наявність деформованості базових епідермальних клітин рослини-індикатора та ступінь ускладненості будови трихомів сферичної форми. За цими ознаками роблять висновок про ступінь забруднення ґрунтів цинком. Для *тестування забруднення ґрунтів свинцем* (Pat. на korysnu model 6498 UA, 2005) використовують додаткові, спеціально розроблені індикаторні шкали за показниками структурних елементів покривних тканин листових пластинок рослини *Cichorium intybus* L. (показники товщини кутикули, частоти стривальності залозистих трихом).

Групою спеціалістів розроблені також *способи тестування забруднення ґрунтів міддю та ртуттю*, що полягають в аналізі атипового поліморфізму структурних елементів рослини-індикатора та одержанні висновків за даними обліку й статистичної обробки про наявність структурно трансформуючого ефекту, а також застосуванні тест-системи за розробленою 10-бальною індикаторною шкалою. Для *тестування забруднення ґрунтів міддю* (Pat. на korysnu model 6649 UA, 2005), використовують ступінь прояву різноякісності будови елементів генеративної сфери рослини – карполого-ембріологічного апарату – та додаткові, спеціально розроблені індикаторні шкали за показниками гістоструктурної мінливості насінин та плодів *Tanacetum vulgare* L., а саме показниками товщини насінневої шкірки плодів та кількості повітряних порожнин на поперечному зрізі у центральній частині плодів, та за цими індексами визначають ступінь та специфіку забруднення ґрунтів міддю. А для *тестування забруднення ґрунтів ртуттю* (Pat. на korysnu model 6499 UA, 2005), використовують ступінь прояву різноякісності продихового апарату рослини-індикатора та додаткову, спеціально розроблену індикаторну шкалу за показником структурних елементів покривних тканин листових пластинок рослини *Cichorium intybus* L. (показник деформованих продихових комплексів на одиницю виміру) за якими визначають ступінь і специфіку забруднення ґрунтів ртуттю.

Згідно зі *способом біомоніторингу антропогенного забруднення довкілля* (Pat. на korysnu model 67903 UA, 2004) здійснюється характеристика змін фенотипу і явищ гомологічної рекомбінації трансгенних рослин з врахуванням ана-тело-метафазних показників, активності мітотичних процесів. Як тест-об'єкт використовують *Allium cepa*. Даний спосіб відображає ступінь цито- і генотоксичності екологічних факторів.

Патент щодо *біотестування ґрунту, ґрунтових, поверхневих та стічних вод* (Pat. на korysnu model 91990 UA, 2014) реалізується для зазначених об'єктів, що знаходяться в зоні діяльності тваринницьких підприємств. Спосіб включає пророщування насіння сільськогосподарських культур при зволоженні субстрату для пророщування насіння водними витяжками із досліджуваних зразків ґрунту або досліджуваними речовинами. Авторами використано метод Д. Ацци для оцінки різноманітних властивостей ґрунту, який дозволяє оцінити результати всіх показників в сукупності шляхом переведення їх кількісних величин у відносні, порівняння сукупності даних відносних значень у відсотковому співвідношенні.

Охоронний документ щодо *способу біологічного моніторингу довкілля та система для його здійснення* (Pat. на poleznuu model 2461825 RU, 2012) включає розміщення тестової тварини з датчиком його фізіологічної активності в контрольованому середовищі, формування датчиком електричного сигналу фізіологічної активності цієї тварини, посилення отриманого електричного сигналу, аналого-цифрове перетворення його значень, введення їх у комп'ютер і запам'ятовування. Здійснюється визначення, за допомогою комп'ютера, вибірки заданого обсягу значень параметра електричного сигналу, що несе інформацію щодо фізіологічної активності тестової тварини (визначення щонайменше, однієї статистичної характеристики отриманої вибірки), порівняння отриманої статистичної характеристики з встановленим для неї пороговим значенням і формуванням сигналу екологічної небезпеки.

Згідно способу *визначення токсичності відходів і ґрунтів* (Pat. на poleznuu model 2440418 RU, 2012) тестуванню піддають щільні зразки (відходи, ґрунту), причому тестування проводять без попередньої процедури отримання водного екстракту зразка. В якості тест-об'єкта використовують культуру ґрунтової бацили з дегідрогеназною активністю, яку визначають із використанням ресазурину і реєструють вимірювальним приладом для спектрофотометрії.

У патенті щодо *способу біотестування води, ґрунту, біологічно активних речовин* (Pat. на poleznuu model 2319959 RU, 2008) як тест-об'єкти використовують гаплоїди і диплоїди дріжджів. За летальним показником фіксують токсичну дію, мутагенність – за зростанням мутантних форм колоній. Також визначають індукцію вродженої клітинної летальності і прогнозують віддалену патологію за кількістю морфоз і зміни розмірів колоній.

Згідно з технічним рішенням щодо *біологічної оцінки забруднення ґрунтів солями важких металів* (Pat. на korysnu model 42100 UA, 2009), для поглинання солей ВМ з ґрунту використовують кормову рослину, наприклад однолітні саджанці шовковиці (*Morus alba* L.), висаджені заздалегідь у ґрунт, що підлягає біоіндикації, а гусениць-«мурашів» шовковичного шовкопряда (*Bombyx mori* L.) використовують як тест-об'єкт індикації.

У зв'язку з тим, що біологічні системи є інерційними, а їхні відгуки – неспецифічними, екотоксикологічні дослідження обов'язково необхідно супроводжувати проведенням геохімічної оцінки якості ґрунту з подальшим встановленням рівня та напрямів кореляційних і регресійних залежностей між біологічними і абіотичними показниками. Це дозволяє не тільки виділити домінуючий фактор впливу, але і встановити найбільш інформативні біоіндикаційні маркери. Встановлення регресійних залежностей є підставою для моделювання та прогнозування розвитку екологічної ситуації. Охоронний документ щодо *індикації та оцінки екологічного стану системи ґрунт-рослина за біохімічними показниками* (Pat. на korysnu model 92476 UA, 2010) базується на діагностуванні впливу надлишку ВМ та нестачі мікроелементів, оцінці стану системи ґрунт-рослина, визначенні біохімічних показників та показників біохімічної активності, що відображають існуючі в системі явища коергізму (антагонізму, синергізму) металів-токсикантів, макро- і мікроелементів-метаболітів, зворотній зв'язок рівня забруднення та рівня біохімічної активності системи ґрунт-рослина. Результуючий вплив ВМ на систему ґрунт-рослина залежить від складу забруднення, чутливості рослин, ґрунтових умов, форм сполук ВМ та їх співвідношення.

У *способі індикації та оцінки екологічного стану аерально забрудненої системи «рослина-ґрунт»* (Pat. на korysnu model 46554 UA, 2009) забруднення визначають у системі «ґрунт-рослина», при цьому як індикатори забруднення та критерії стану системи визначають додатково рН клітинного соку і анатомо-морфологічні показники рослин, що дає можливість отримати об'єктивні оцінки та прогнозувати стан системи за аеротехногенного забруднення.

Спосіб оцінки токсичної дії важких металів (Pat. на korysnu model 69953 UA, 2004) здійснюється шляхом виконання досліджень, в основі кількісної оцінки дії фактору забруднення ґрунту ВМ на принципі пороговості, тобто ступінь дії хімічних елементів залежить від концентрації їх у дослідній системі, дози та терміну дії токсичного агенту неорганічної природи. В якості «екологічної мішені» (слабкої ланки) дії токсичного агенту виступають індикаторні процеси симбіотичної системи, які є важливими фізіологічними показниками стану біологічної системи та можуть слугувати в якості показників стану біоосної системи. В якості індикаторних процесів було використано симбіотичну систему представлену бобово-ризобіальним симбіозом (бульбочкові бактерії, бобова тест-культура, азотфіксація в симбіозі).

ВИСНОВКИ

Аналіз чинного в Україні та Росії патентно-інформаційного забезпечення щодо оцінки екологічного стану ґрунтів сприяє удосконаленню існуючих способів оцінки екологічного стану ґрунтів та подальшому розвитку бази нових методичних підходів, методик, способів і методів щодо екологічної оцінки ґрунтів.

Розглянуті методи щодо оцінки екологічного стану ґрунтів можна ранжувати наступним чином: 1) способи оцінки забруднення ґрунту за встановлення фонових концентрацій, рухомих, валових чи водорозчинних форм ВМ; 2) методи оцінки забруднення ґрунтів ВМ на основі біотестових та біоіндикаційних систем в поєднанні з хімічними аналітичними вимірюваннями показників; 3) способи комплексної і експертної оцінки властивостей ґрунтів та їх забруднення; 4) способи оцінки якості ґрунтів з огляду на фізичні, фізико-хімічні та ін. властивості; 5) способи оцінки забруднення ґрунтів з використанням ГИС-технологій.

Патентні розробки українських фахівців у більшості випадків представлені способами оцінки екологічного стану ґрунтів на основі біотестових і біоіндикаційних систем. Однак, такі системи оцінки дозволяють виявити лише наявність забруднення; чіткий відклик біологічних систем відбувається лише за умов значного забруднення, проміжні ж його рівні визначити важко, тому і ранжувати такий вплив є доволі складним завданням. Також, у представлених технічних рішеннях конкретні тестові/індикаційні системи «спрацьовують» для певного типу ґрунту і для певної забруднюючої речовини.

В рамках застосування біологічних систем для цілей оцінювання ґрунтів, в перспективі слід використовувати і хіміко-аналітичні дослідження, що сприяє інтеграції отриманих результатів та отриманню більш точних даних, на основі яких можливим є встановлення кореляційних зв'язків між біологічними і хімічними показниками, а, отже, і зробити коректні висновки.

Щодо комплексної оцінки екологічного стану ґрунтів, то в українських патентних розробках представлені лише кількома охоронними документами. Патентні розробки російських фахівців відрізняються різноманіттю, кількістю запропонованих способів, технічні рішення щодо оцінки екологічного стану ґрунтів є багатовекторними та, у більшій мірі, є комплексними.

На даний час в розглянутих патентних розробках слабо представлено аспект оцінки екологічного стану ґрунтів в умовах впливу забруднення нафтою і нафтопродуктами.

Отже, перспективними напрямками в галузі оцінювання екологічного стану ґрунтів є: проведення комплексної оцінки ґрунту як поліфункціональної біоосної системи з урахуванням впливу на нього забруднення різної природи (ВМ, нафтопродукти, радіоактивне забруднення та ін.); комбінація у способах різних методів (польових, хімічних, біологічних, картографічних та ін.); застосування функціонально-екологічного підходу; адаптація способів до певних ґрунтово-кліматичних умов територій та конкретних типів ґрунтів; створення способів, що мають еколого-економічний ефект.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Dobrovolskij, G. V., Nikitin, E. D., 1986.** Ekologicheskie funktsii pochv [Ecological functions of soil], Publishing MSU, Moscow (in Russian).
- Dobrovolskij, G. V., Nikitin, E. D., 1996.** Funktsionalno-ekologicheskaja geografija pochv [Functional-ecological geography of soils], Eurasian Soil Science, 1, 16–23 (in Russian).
- Pat. na korysnu model 10899 UA, 2005.** Sposib testuvannia zabrudnennia gruntiv kadmiiem [Pat. for useful model 10899 UA, 2005. Method of testing soil pollution by cadmium], Safonov A. I.; publ. 15.12.05, bul. № 12 (in Ukrainian).
- Pat. na korysnu model 20908 UA, 2007.** Sposib biotestuvannia ekolohichnoho stanu tekhnohenno transformovanykh terytorii [Pat. for useful model 20908 UA, 2007. Biotesting Method of ecological condition technologically transformed territories], Rudenko S. S., Lehe-ta U. V.; publ. 15.02.2007, bul. № 2 (in Ukrainian).
- Pat. na korysnu model 29448 UA, 2000.** Sposib vyznachennia vodorozhnykh ta rukhomykh form mikroelementiv u grunti [Pat. for useful model 29448 UA, 2000. Method of determining of water-soluble and mobile forms of trace elements in soil], Ivanova H. S., Ivanov V. F.; publ. 15.11.00, bul. № 6 (in Ukrainian).
- Pat. na korysnu model 29703A UA, 2000.** Sposib mikrobiolohichnoi indykatsii zabrudnennia gruntiv vazhkymy metalamy [Pat. for useful model 29703A UA, 2000. Method of microbiological indicators of soil contamination by heavy metals], Andriiuk K. I., Iutynska H. O., Valahurova O. V.; publ. 15.11.00, bul. № 6 (in Ukrainian).
- Pat. na korysnu model 38054 UA, 2008.** Sposib kompleksnoi otsinky zabrudnennia atmosferychnoho povitria ta gruntiv vykydamy promyslovykh pidpriemstv [Pat. for useful model 38054 UA, 2008. Method of integrated assessment of air pollution and soil industrial emissions], Dmytriieva O. O., Tertychnyi O. L., Vasylenko V. P.; publ. 25.12.08, bul. № 24 (in Ukrainian).
- Pat. na korysnu model 42100 UA, 2009.** Sposib biolohichnoi otsinky zabrudnennia gruntiv soliamy vazhkykh metaliv [Pat. for useful model 42100 UA, 2009. Method of biological estimation of soil contamination by salts of heavy metals], Zlotin A. Z., Bepalova S. V., Horetskyi O. S., Markina T. Yu., Ehorova O. A., Yesipov B. A., Maslodudova K. M.; publ. 25.06.2009, bul. № 12 (in Ukrainian).
- Pat. na korysnu model 43854 UA, 2009.** Sposib ekolohichnoi otsinky zabrudnennia dovkillia vazhkymy metalamy [Pat. for useful model 43854 UA, 2009. Method of environmental assessment pollution by heavy metals], Kroik H. A., Biletska V. A., Yatschko N. Ye.; publ. 10.09.09, bul. № 17 (in Ukrainian).
- Pat. na korysnu model 46554 UA, 2009.** Sposib indykatsii ta otsinky ekolohichnoho stanu aeralno zabrudnenoj systemy «roslyna-grunt» [Pat. for useful model 46554 UA, 2009. Method of indication and assessment of environmental status of the plant-soil system under condition of atmospheric pollution], Samokhvalova V. L., Voron V. P.; publ. 25.12.2009, bul. № 24 (in Ukrainian).
- Pat. na korysnu model 47050 UA, 2002.** Sposib bioindykatsii zabrudnennia gruntu svyntsem [Pat. for useful model 47050 UA, 2002. Method of the soil contamination by lead bioindicators], Koloskova O. K., Svider T. V.; zaiavnyk Koloskova O. K., Svider T. V.; publ. 17.06.02, bul. № 6 (in Ukrainian).
- Pat. na korysnu model 49788 UA, 2002.** Sposib otsinky zabrudnennia hruntiv vazhkymy metalamy [Pat. for useful model 49788 UA, 2002. Method of assessment of soil contamination by heavy metals], Ivanova H. S., Ivanov V. F.; publ. 15.10.2002, bul. № 10 (in Ukrainian).
- Pat. na korysnu model 50068 UA, 2009.** Sposib otsinky zabrudnennia ta nestachi mikroelementiv gruntu za vstanovlennia fonovoho vmistu riznykh yikh form [Pat. for useful model 50068 UA, 2009. Method of pollution assessment and soil micronutrient malnutrition by determine of different background content of their forms in soil], Samokhvalova V. L., Luchnykova Ye. V.; publ. 25.05.2010, bul. № 10 (in Ukrainian).
- Pat. na korysnu model 51113 UA, 2002.** Sposib vyznachennia rinvia zabrudnennia hruntu naftoiu i naftoproduktamy [Pat. for useful model 51113 UA, 2002. Method of determining the level of soil contamination with oil and petroleum products], Pashchenko Ya. V., Miroshnychenko M. M., Yakushko V. I., Kozhyna V. H., Nazarenko O. I., Fatieiev A. I., Myroshnychenko L. M.; publ. 15.11.2002, bul. № 11 (in Ukrainian).
- Pat. na korysnu model 52939 UA, 2003.** Sposib vyznachennia kompleksnoi otsinky vlastyvostei hruntiv [Pat. for useful model 52939 UA, 2003. Method of the complete estimation of soil properties], Prister B. S.; publ. 15.01.2003, bul. № 1 (in Ukrainian).
- Pat. na korysnu model 6418 UA, 2005.** Sposib testuvannia zabrudnennia gruntiv

tsynkom [Pat. for useful model 6418 UA, 2005. Method of testing soil contamination by zinc], Safonov A. I.; publ. 16.05.05, bul. № 5 (in Ukrainian).

Pat. na korysnu model 6498 UA, 2005. Sposib testuvannia zabrudnennia gruntiv svyntsem [Pat. for useful model 6498 UA, 2005. Method of testing soil contamination by lead], Safonov A. I.; publ. 16.05.05, bul. № 5 (in Ukrainian).

Pat. na korysnu model 6499 UA, 2005. Sposib testuvannia zabrudnennia gruntiv rtutiu [Pat. for useful model 6499 UA, 2005. Method of testing soil contamination by mercury], Hlukhov O. Z., Khyzhniak N. A., Safonov A. I.; publ. 16.05.05, bul. № 5 (in Ukrainian).

Pat. na korysnu model 6649 UA, 2005. Sposib testuvannia zabrudnennia gruntiv middiu [Pat. for useful model 6649 UA, 2005. Method of testing soil contamination by copper], Hlukhov O. Z., Khyzhniak N. A., Safonov A. I.; publ. 16.05.05, bul. № 5 (in Ukrainian).

Pat. na korysnu model 67903 UA, 2004. Sposib biomonitorynhu antropohennoho zabrudnennia dovkillia [Pat. for useful model 67903 UA, 2004. Method of the anthropogenic pollution biomonitoring], Kovalchuk L. Ie, Orel N. O., Kozovyi R. V.; publ. 15.07.04, bul. № 7 (in Ukrainian).

Pat. na korysnu model 67903 UA, 2004. Sposib biomonitorynhu antropohennoho zabrudnennia dovkillia [Pat. for useful model 67903 UA, 2004. Method of the anthropogenic pollution biomonitoring], Kovalchuk L. Ie, Orel N. O., Kozovyi R. V.; publ. 15.07.04, bul. № 7 (in Ukrainian).

Pat. na korysnu model 69953 UA, 2004. Sposib otsinky toksychnoi dii vazhkykh metaliv [Pat. for useful model 69953 UA, 2004. Method of toxic effect of heavy metals assessment], Samokhvalova V. L., Fateev A. I.; publ. 15.09.2004, bul. № 9 (in Ukrainian).

Pat. na korysnu model 70406 UA, 2012. Sposib otsinky fizychnoi yakosti gruntu [Pat. for useful model 70406 UA, 2012. Method of physical soil quality assessment], Laktionova T. M., Medvediev V. V., Plisko I. V., Bihun O. M., Sheiko S. M.; publ. 11.06.2012, bul. № 11 (in Ukrainian).

Pat. na korysnu model 72307 UA, 2012. Sposib vyznachennia nasychenosti gruntu rukhomymy formamy vazhkoho metalu [Pat. for useful model 72307 UA, 2012. Method for determining soil saturation mobile forms of the heavy metal], Korsun S. H., Klymenko I. I., Shkarivska L. I.; publ. 10.08.12, bul. № 15 (in Ukrainian).

Pat. na korysnu model 81031 UA, 2007. Sposib vyznachennia ekolohichnoi stiikosti

hruntu u ahrolandshaftakh [Pat. for useful model 81031 UA, 2007. Method for determining soil environmental sustainability in agricultural landscapes], Hamaliei V. I., Korsun S. H.; publ. 26.11.2007, bul. № 19 (in Ukrainian).

Pat. na korysnu model 89944 UA, 2014. Sposib otsinky ekolohichnoho ryzyku dehradatsii gruntovoho pokryvu [Pat. for useful model 89944 UA, 2014. Method of the environmental risk assessment of soil cover degradation], Miroshnychenko M. M., Hvozdiuk V. N., Shediie L. O.; publ. 12.05.2014, bul. № 9 (in Ukrainian).

Pat. na korysnu model 91990 UA, 2014. Sposib biotestuvannia gruntu, gruntovykh, poverkhnevyykh ta stichnykh vod [Pat. for useful model 91990 UA, 2014. Method of soil, groundwater, surface water and wastewater biotesting], Zhukorskyi O. M., Nykyforuk O. V., Mokliachuk L. I.; publ. 25.07.2014, bul. № 14 (in Ukrainian).

Pat. na korysnu model 92476 UA, 2010. Sposib indykatsii ta otsinky ekolohichnoho stanu systemy grunt-roslyna za biokhimichnymi pokaznykamy [Pat. for useful model 92476 UA, 2010. Method of indication and the environmental status of soil-plant system assessment by biochemical parameters], Samokhvalova V. L., Fateev A. I., Zhuravlova I. M., Yakushko V. I.; publ. 10.11.2010, bul. № 21 (in Ukrainian).

Pat. na poleznuy model 2011199 RU, 1994. Sposob ocenki vliianiia antropogennykh nagruzok na pochvennyy pokrov chernozemno-lesostepnoj zony [Pat. for useful model 2011199, RU 1994. Method of assess the impact of anthropogenic load on soil cover in chernozem-steppe zone], Zajceva T. F.; publ. 15.04.1994 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2011991 RU, 1994. Sposob opredeleniia hroma v pochve [Pat. for useful model 2011991 RU, 1994. Method of determining of soil chromium], Polujanov V. P., Akatev V. A.; publ. 30.04.1994 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2060948 RU, 1996. Sposob opredeleniia izmeneniia balansa organicheskogo ugleroda i azota v pochve i sootnosheniia jetih jelementov [Pat. for useful model 2060948, RU 1996. Method of determining the change of balance organic carbon and nitrogen in the soil and the ratio of these elements], Islamov S. S.; publ. 27.05.1996 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2080771 RU, 1997. Sposob ocenki pochvennogo plodorodija [Pat. for useful model 2080771 RU, 1997. Method of estimating of soil fertility], Lebedev N. S.; publ. 10.06.1997 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2083983 RU, 1997.

Sposob ocenki summarnoj toksichnosti himicheskikh faktorov okruzhajushhej sredy [Pat. for useful model 2083983, RU 1997. Method of estimating total toxicity of environmental chemical factors], Gilmijarova F. N., Radomskaja V. M., Vinogradova L. N., Babichev A. V., Kretova I. G.; publ. 10.07.1997 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2090059 RU, 1997.

Sposob ocenki povrezhdennosti pochvennogo pokrova [Pat. for useful model 2090059, RU 1997. Method of estimating the damage of soil cover], Prokazin N. E., Mezhibovskij A. M., Rybalchenko N. G.; publ. 20.09.1997 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2096781 RU, 1997.

Sposob ocenki zagriznenija pochv agrolandschafta polljutantami [Pat. for useful model 2096781, RU 1997. Method of estimating soil contamination by pollutants in agrolandscape], Maljuga N. G., Cacenko L. V., Avetjanc L. H.; publ. 20.11.1997 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2128415 RU, 1999.

Sposob opredelenija toksichnosti pochv himicheskimi veshhestvami [Pat. for useful model 2128415, RU 1999. Method of determining the toxicity of soil chemicals], Zapoev Ju. N., Kaloeva N. I.; publ. 10.04.1999 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2141112 RU, 1999.

Sposob jekspress-ocenki sostojanija celostnosti pochvy [Pat. for useful model 2141112 RU, 1999. Method of express assessment of the integrity of the soil], Komarov V. M., Tatur V. Ju., Vasilkov Ja. R., Shevelenko V. I.; publ. 10.11.1999 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2243554 RU, 2004.

Sposob kompleksnoj ocenki jekologicheskij obstanovki i jeffektivnosti jekologicheskogo menedzhmenta v regione [Pat. for useful model 2243554, RU 2004. Method of a comprehensive assessment of the environmental situation and the effectiveness of environmental management in the region], Pazjuk Ju. V., Semechkin A. E., Kolmogorov V. P.; publ. 27.12.2004 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2266537 RU, 2005.

Sposob jekologicheskij ocenki zagriznenija okruzhajushhej sredy tjazhelymi metallami [Pat. for useful model 2266537 RU 2005. Method of environmental assessment of environmental pollution by heavy metals], Tjutikov S. F., Ermakov V. V.; publ. 20.12.2005 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2268461 RU, 2005.

Sposob ocenki kachestva pochvy [Pat. for useful model 2268461 RU, 2005. Method of the soil quality assessment], Bahirev G. I.; publ. 20.05.2005, bul. № 2 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2280869 RU, 2006.

Sposob ocenki mikrojelementnogo statusa regiona [Pat. for useful model 2280869, RU 2006. Method of estimating trace element status of the region], Tjutikov S. F., Ermakov V. V., Proskurjakova L. V.; publ. 27.07.2006 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2310844 RU, 2007.

Sposob ocenki intensivnosti zagriznenija pochv tjazhelymi metallami [Pat. for useful model 2310844 RU 2007. Method of estimating the intensity of soil contamination by heavy metals], Gorshkova A. T., Valetdinov F. R., Fridland S. V., Shlychkov A. P., Valetdinov A. R.; publ. 20.11.2007 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2319959 RU, 2008.

Sposob biotestirovanija vody, pochvy, biologicheskij aktivnyh veshhestv [Pat. for useful model 2319959, RU 2008. Biotesting method of water, soil, biologically active substances], Garipova R. F.; publ. 20.03.2008 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2322669 RU, 2008.

Sposob kompleksnogo biotestirovanija vody, pochvy, biologicheskij aktivnyh veshhestv v fitotestah [Pat. for useful model 2322669, RU 2008. Method of complex biological testing of water, soil, biologically active substances in herbal tests], Garipova R. F.; publ. 20.04.2008 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2322671 RU, 2008.

Sposob ocenki sostojanija pochvy chernozemnogo tipa [Pat. for useful model 2322671, RU 2008. Method of assessment the state of soil humus type], Verzilin V. V., Korzhov S. I., Ganzhara N. F.; publ. 20.04.2008 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2327987 RU, 2008.

Sposob diagnostiki pochvennogo pokrova po dannym distancionnoj informacii [Pat. for useful model 2327987, RU 2008. Method of diagnosing soil cover according to the distance information], Gopp N. V., Teplova G. H., Gadzhiev I. M.; publ. 27.06.2008 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2372617 RU, 2009.

Sposob ocenki zagriznenija okruzhajushhej sredy [Pat. for useful model 2372617 RU 2009. Method of estimating contamination of the environment], Semenova V. A., Kalaev V. N., Preobrazhenskij A. P., Golub V. P.; publ. 10.11.2009 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2440418 RU, 2012.

Sposob opredelenija toksichnosti othodov i pochv [Pat. for useful model 2440418, RU 2012. Method of determining the toxicity of waste and soils], Selivanovskaja S. Ju., Galickaja P. Ju.; publ. 20.01.2012 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2461178 RU, 2012.

Sposob ocenki fitotoksichnosti

neftezagriznennoj pochvy [Pat. for useful model 2461178, RU 2012. Method of the estimating phytotoxicity oil-contaminated soils], Polonskij V. I., Borodulina T. S., Polonskaja D. E.; publ. 20.09.2012 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2461825 RU, 2012. Sposob biologicheskogo monitoringa okruzhajushhej sredy i sistema dlja ego osushhestvlenija [Pat. for useful model 2461825, RU 2012. Method of biological and environmental monitoring and system for its realization], Holodkevich S. V., Ivanov A. V.; publ. 20.09.2012 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2482478 RU, 2013. Sposob opredelenija toksichnosti pochvy metodom biotestirovanija s ispolzovaniem ravnosnichnyh infuzorij *Paramecium caudatum ehrenberg* [Pat. for useful model 2482478, RU 2013. Method of determining the toxicity of soil biotesting method using equal cilia of ciliates *Paramecium caudatum ehrenberg*], Sychev V. G., Shafarevich S. A., Baranov A. P., Cheremnyh E. G., Lunjov M. I.; publ. 20.05.2013 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2490630 RU, 2013. Sposob opredelenija toksichnosti pochv [Pat. for useful model 2490630, RU 2013. Method of

determining the toxicity of soil], Zaalishvili V. B., Bekuzarova S. A., Komzha A. L., Bekmurzov A. D.; publ. 20.08.2013 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2501009 RU, 2013. Sposob kompleksnoj ocenki jekologicheskogo sostojanija pochv [Pat. for useful model 2501009, RU 2013. Method of a comprehensive assessment of the ecological status of soils], Kolesnikov S. I., Kazeev K. Sh., Denisova T. V., Dadenko E. V., Tishhenko S. A.; publ. 10.12.2013 (in Russian).

Pat. na poleznuy model 2519079 RU, 2014. Sposob jekspress-opredelenija zagriznenija uchastkov pochv i podzemnyh vod neftju i nefteproduktami [Pat. for useful model 2519079, RU 2014. Method express definition of contaminated sites soil and groundwater oil and petroleum products], Safarov A. M., Gabdullin O. A., Galinurov I. R., Shtrejl T. G.; publ. 10.06.2014 (in Russian).

Vodianytskyi, Yu. N., 2010. Formuly ocenki summarnogo zagriznenija pochv tjazhelymi metallami i metalloidami [Formulas estimating the total soil contamination with heavy metals and metalloids], Eurasian Soil Science, 10, 1276–1280 (in Russian).

Стаття надійшла в редакцію: 27.01.2015

Рекомендує до друку: д-р біол. наук, проф. В. М. Зверковський

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 (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 ionselective 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, люмбрициды, 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 КАЛЬЦІЮ В ОПТИМІЗАЦІЇ ПОКАЗНИКІВ РОДЮЧОСТІ ТА УМОВ ІСНУВАННЯ ПЕДОБІОНТІВ У ЧОРНОЗЕМІ ОПІДЗОЛЕНОМУ

Анотація. 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, люмбрициди, 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 макроеlementу 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 (Yavorickiu, 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 підстилці 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 «ІА 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 (Ca^{2+}) проводили на початку та наприкінці вегетаційного періоду протягом трьох років у не порушеному ґрунті (in

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 аСа та рН ґрунтового середовища ($r = 0,67$). Побудоване рівняння регресії (рис. 1) свідчить про те, що підвищення активності кальцію на кожні 5 мекв/л підвищує рН ґрунтового середовища на 0,1 одиниці.

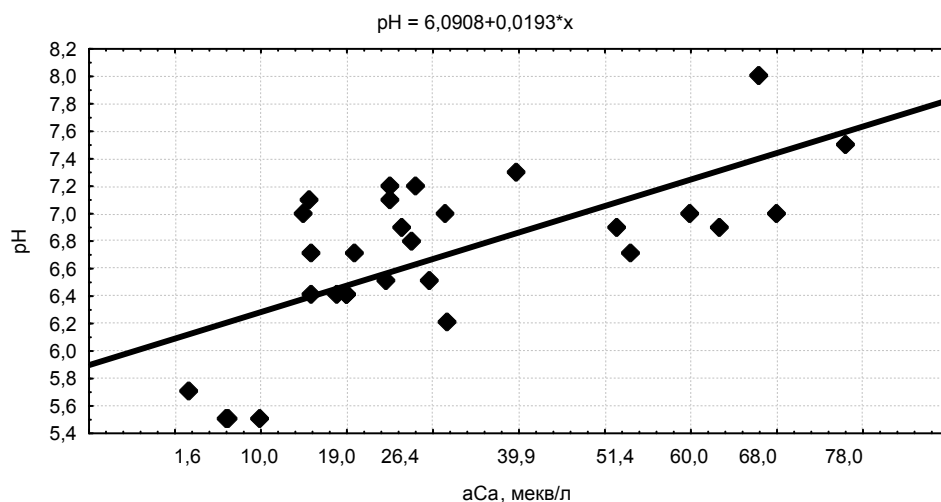


Рис. 1. Залежність між рН ґрунтового середовища та активністю Са на чорноземі опідзоленому

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 рН 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*.

Таблиця 1

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

Варіант	Кількість, екз/м ²				
	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 _{0,5}	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 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.

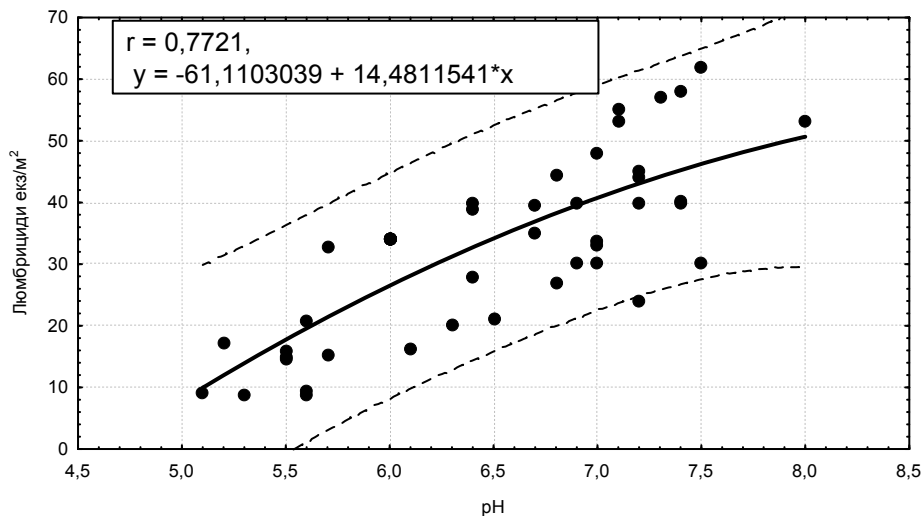


Рис. 2. Залежність чисельності любрицид від зміни рН ґрунтового середовища

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

Структурний склад чорнозему опідзоленого залежно від виду вапняного меліоранту				
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.

$$\text{Коефіцієнт структурності} = 2,6876 + 0,0234 \cdot x + 0,0974 \cdot y$$

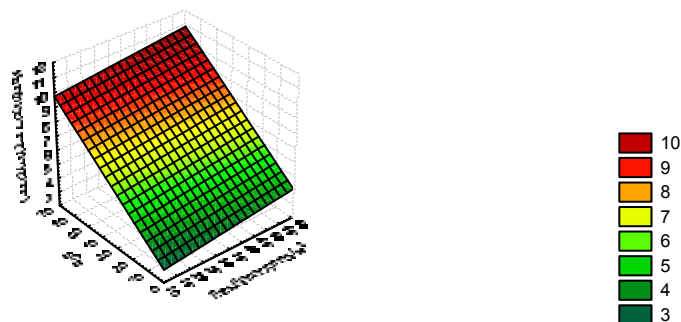


Рис. 3. Взаємозв'язок між показниками активності кальцію, коефіцієнтом структурності та чисельністю люмбрицид

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 люмбрицид (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 люмбрицид ($r=0,74$). 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

- Bituytsky, N. P., Soloviev, A. N., Lukin, E. I., Lapshin, I. N., Vlasov, D. Y., Kudryashov, N. V., 2005.** Vliyanie dozhevykh chervey na modifikatsiyu populatsii 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 veshchestv [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.** Kolichestvennye metody v pochvennoy zoologii [Quantitative methods in soil zoology], The city printing house, Kharkiv (in Russian).
- Tihonenko, D. G., Degtyarev, V. V., 2009.** Praktikum z gruntoznastva [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 riznih tehnologsu 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

SOIL CHEMISTRY



E. P. Tkach 

UDK 631.345.3 (477.87):
504.53-032.41

*Uzhgorod National University,
Voloshyn str., 32, Uzhgorod, Ukraine, 88000*

THE CONTENT OF MANGANESE IN SODDY BROWN SOILS OF THE TRANSCARPATHIAN MOUNTAIN VALLEYS

Abstract. The soil covering of Transcarpathia, which is used for cultivation of crops, is rather heterogeneous as to genetic features of soils. This is mostly caused by the climatic conditions of corresponding natural zones. Brown mountain soils, soddy brown soils, meadow brown soils and mountain meadow soils have originated in mountainous areas on mountain ranges and slopes of different altitude, which are different in terms of mechanical makeup and are well drained. They are characterized by high content of inaccessible humus (in which fulvic acids predominate), acid reaction of soil solution and evident diversity in provision of mobile forms of nourishing chemicals. On the average, the reaction of soil solution is 4,60 pH of a salt solution, in the case of hydrolytic acidity – 4, 28 me/100g of soil, which characterizes them as semi-acidic.

The aim of our thesis is to research the level of manganese, which is one of essential and toxic elements for plants, depending on its concentration in soil, in soddy brown soils of the mountainous zone of Transcarpathia, and also its distribution in profile of soil horizons. To carry out this aim, samples of soil were chosen by random selection.

Total manganese in the soil was determined by the method of mass spectrometry. The samples were extracted by hydrogen peroxide, chlorohydric and azotic acids (ext. p.). Dissolution of the samples was carried out using microwave sample preparation system. Active forms of manganese were extracted by generally accepted extragents: water-soluble extragent – deionized water; free forms of manganese – ammonium acetate buffer solution pH 4.8 according to M. K. Krupskiy and H. M. Alexandrova. Afterwards, the samples of soil were analysed using the method of mass spectrometry.

According to the results of the research, the max. total of the manganese is observed in the mineral upper humus-accumulative horizon, but if you make a transition to the parent rock, it decreases. According to the quantitative research on determining free forms of manganese, it can be observed that soddy brown soils of the researched region are provided with the mobile forms of manganese both in the upper humus horizon and in lower transitional humus horizon. Moreover, the humus horizon of the observed region has a high content of mobile forms of manganese, which constitutes >20,1, and in the transitional horizon to the parent rock the provision index is high. A considerable increase in the water-soluble manganese in the upper humus horizon was also observed. Its concentration is considerably decreased with a transition to the lower humus horizon. The research data confirms that soddy brown soils of the observed region are contaminated with manganese compounds.

Key words: *soddy brown soils, manganese, contamination.*

 Tel.: +38066-082-46-27. E-mail: tkachelena84@gmail.com

DOI: 10.15421/041506

УДК 631.345.3 (477.87): **Е. П. Ткач**
504.53-032.41

*ГВУЗ «Ужгородский национальный университет»,
ул. Волошина, 32, г. Ужгород, Украина, 88000,
тел.: +38066-082-46-27, e-mail: tkachelena84@gmail.com*

СОДЕРЖАНИЕ МАРГАНЦА В ДЕРНОВО-БУРОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ ПОЛОНИН ЗАКАРПАТЬЯ

Аннотация. Было исследовано валовое содержание, а также содержание водорастворимого и подвижного марганца в дерново-буроземных почвах Полонин Закарпатья методом ICP-MS. На примере марганца рассмотрено негативное воздействие кислотности почвенного раствора на качественные показатели почвы и причины загрязнения поллютантами.

Ключевые слова: дерново-буроземная почва, марганец, загрязнения.

УДК 631.345.3 (477.87): **О. П. Ткач**
504.53-032.41

*ДВНЗ «Ужгородський національний університет»,
вул. Волошина, 32, м. Ужгород, Україна, 88000,
тел.: +38066-082-46-27, e-mail: tkachelena84@gmail.com*

ВМІСТ МАРГАНЦЮ В ДЕРНОВО-БУРОЗЕМНИХ ҐРУНТАХ ПОЛОНИН ЗАКАРПАТТЯ

Анотація. Досліджено валовий вміст, а також вміст водорозчинного та рухомого марганцю в дерново-буроземних ґрунтах Полонин Закарпаття методом ICP-MS. На прикладі марганцю висвітлено негативну дію кислотності ґрунтового розчину на якісні показники ґрунту та причини забруднення поллютантами.

Ключові слова: ґрунт дерново-буроземний, марганець, забруднення.

ВСТУП

Ґрунт – основне джерело Mn не тільки для рослин і мікроорганізмів, але й для тварин, оскільки мінеральний склад кормів визначається ґрунтовими умовами. Більшість ґрунтів містить достатню кількість марганцю переважно у вигляді оксидів, гідроксидів, солей і не потребують його регулярного внесення. Природний вміст марганцю найвищий в буроземах, підзолистих і дерново-підзолистих ґрунтах. Причиною цього, як встановлено цілим рядом вчених, є особливості генезису цих ґрунтів (Vlasjuk, 1964; Beus, 1976; Perelman, 1979; Dobrovolskij, 1983; Gilkes and McKenzie, 1988).

Вміст і форми знаходження Mn в ґрунтах визначаються різними факторами: складом ґрунтоутворюючих порід, умовами міграції і трансформації первинних з'єднань елементу в ґрунтах (факторами ґрунтоутворення), властивостями ґрунтів (Beus, 1976; Dobrovolskij, 1983; Zubkova, 2001). Фактори, які впливають на вміст, поведінку і розподіл марганцю в ґрунті, зумовлюють також його поглинання й накопичення рослинами. До таких факторів відносять гранулометричний склад ґрунту, реакція середовища і окисно-відновний потенціал, буферність та кількість поглинутих основ, мікробіологічну активність, закріплення гумусовою речовиною, наявність карбонатних сполук, кліматичні умови та застосування добрив (Erlich, 1996; Tebo et al., 1997; Brouwers et al., 2000; Datnoff et al., 2007) тощо.

Останніми роками збільшилась зацікавленість дослідженнями елементного складу ґрунту з точки зору оцінки якості навколишнього середовища. Метою таких досліджень є кількісне визначення шкідливого (надлишкового) вмісту поживних та

інших елементів або органічних сполук (Melnychuk et al., 2004; Motuzova and Karpova, 2013). В умовах Закарпатського регіону, який характеризується інтенсивною сільськогосподарською діяльністю, в наш час спостерігається тенденція щодо збільшення площ ґрунтів з високою кислотністю ґрунтового розчину та високим вмістом іонів алюмінію, марганцю і заліза (Matiyeha et al., 2001; Fandalyuk and Sotmari, 2004). Тому дослідження з вивчення вмісту та поведінки марганцю в ґрунті в Закарпатському регіоні є актуальними.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Об'єктом досліджень були едафотопи сільськогосподарських угідь Закарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону. Географічні координати відбору ґрунту: 48°45'36.5"N; 23°06'22.2"E; h448m. Ґрунт – дерново-буроземний середньо суглинистий щебнуватий, слабо змитий окультурений. Верхній гумусовий горизонт глибиною 18–20 см, бурий з сірим відтінком, грудкувато-зернисто-порохуватої структури з включенням щебеню, поступово переходить в гумусово-перехідний горизонт глибиною 20–50 см, бурий з сіруватим відтінком, грудкувато-горіховидної структури. На глибині 70–80 см залягає порода елювію-делювій, Карпатського флішу.

Відбір зразків ґрунту здійснювали рендомізованим способом. Підготовка зразків проводилась за стандартними методиками. Для кожного з горизонтів - від орного до материнської породи – визначили середній вміст валового та розчинного у різних розчинниках марганцю методом мас-спектрометрії на емісійному спектрометрі ICP-MS Agilent 7700х.

Для визначення валового вмісту марганцю зразки ґрунту для аналізу озолили соляною та азотною кислотою (осч) за допомогою мікрохвильової системи пробопідготовки Milestone Start D. Усі розчини готували на воді 1-го класу (18 Мом), підготовленою на системі очищення води Scholar-UV Nex Up 1000 (Human Corporation, Корея). В якості калібрувальних стандартів використовували Fluka Multielement standard solution 5 for ICP.

Доступні форми марганцю вилучали загальноприйнятими екстрагентами: водорозчинні – деіонізована вода (1-го класу) у співвідношенні 1:10 ґрунт-вода, тривалість обробки 60 хв., вільно рухомі форми марганцю – амонійно-ацетатним буферним розчином рН 4.8 за М. К. Крупським і Г. М. Александровою.

Аналітичні дослідження виконувались в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України.

Оцінку забезпеченості ґрунтів рухомими формами мікроелементів проводили за узагальненими даними, якими користуються в центрі «Облдержродючість» (табл. 1).

Таблиця 1

Групування ґрунтів за вмістом рухомих форм мікроелементів

Мікроелемент	Забезпеченість ґрунту				
	низька	середня	підвищена	висока	дуже висока
Mn	<7,0	7,1-10,0	10,1-15,0	15,1-20,0	>20,1
Zn	<1,50	1,51-2,0	2,10-3,00	3,10-5,00	>5,10
Cu	<0,15	0,16-0,2	0,21-0,30	0,31-0,50	>0,51
Co	<0,10	0,11-0,15	0,16-0,20	0,21-0,30	>0,31
B	<0,22	0,221-0,33	0,331-0,50	0,51-0,70	>0,71

Результати досліджень оброблені за допомогою методів математичної статистики. Критерії показників розраховані за допомогою сервісних функцій статистичного пакету електронних програм MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За своєю природою ґрунти Закарпаття є низькородючими, в першу чергу за рахунок високої кислотності та низького забезпечення фосфором. Адже всі процеси, які проходять у ґрунті, перш за все, залежать від реакції ґрунтового розчину – це засвоєння рослинами поживних речовин, діяльність ґрунтових мікроорганізмів, мінералізація органічної речовини, відкладання ґрунтових мінералів та розчинення важкорозчинних сполук. Тому кислі ґрунти, рН яких менше 5,5, в основному, мають низьку родючість, що пояснюється підвищенням розчинності і токсичності алюмінію, заліза, марганцю і зниженням доступності рослинам кальцію, магнію, молібдену і фосфору. Реакція ґрунтового розчину в середньому по району дослідження рН_{сол.} дорівнює 4,60, при гідролітичній кислотності 8,4 мг-екв./100 г ґрунту, що характеризує їх як середньокислі (дані надані Закарпатською державною сільськогосподарською станцією ІСГ Карпатського регіону).

Одним із важливих показників якості ґрунту є хімічний склад ґрунтового розчину. Середній валовий вміст марганцю в ґрунті Закарпатського регіону становить 400–600 мг/кг.

Ґрунти району досліджень містять низьку кількість валового марганцю. За результатами чотирьох розтинів, середній показник валового вмісту марганцю в профілі ґрунту становить 250 мг/кг. Максимальний валовий вміст мікроелементу відмічено у мінеральному гумусово-аккумулятивному поверхневому горизонті, він становить 321 мг/кг (табл. 2), а з переходом до материнської породи (елювій-делювіо, Карпатського флішу) зменшується. Коефіцієнт акумуляція марганцю в верхньому гумусовому горизонті відносно ґрунтоутворюючої породи в середньому дорівнює 1,2. Спостерігається тенденція до підвищення валового вмісту елементу в перехідному верхньому гумусовому горизонті, що може бути зумовлено вимиванням та виносом рослинами в гумусовому горизонті.

Таблиця 2

Вміст різних форм марганцю у профілі ґрунту дерново-буроземного, мг/кг (n=2)*

Генетичний горизонт	Глибина відбору, см	Валовий	Рухомий (за Крупським та Александровою)	Водорозчинний
Hd	0–2	$288,5 \pm 5,4$ (7,5) 321-254	$52,9 \pm 0,61$ (4,63) 57,78-50	$139,17 \pm 10,47$ (30) 240,51-114,81
H	3–20	$258 \pm 1,13$ (1,75) 264-251	$27,26 \pm 1,81$ (26,64) 38,6-18,05	$97,16 \pm 3,47$ (14,27) 129,7-88,97
Hp	21–36	$255 \pm 2,85$ (4,47) 272-242	$31,39 \pm 1,95$ (24,85) 41,81-19,68	$72,88 \pm 1,87$ (10,28) 82,9-65,11
Ph	37–56	$241,75 \pm 3,51$ (5,82) 266-226	$22,07 \pm 0,69$ (12,5) 26,93-19,4	$54,08 \pm 1,29$ (9,59) 53,6-26,79
P	57–70	$215,25 \pm 2,36$ (4,39) 228-206	$15,14 \pm 0,31$ (8,12) 18-14	$42,23 \pm 2,3$ (21,8) 53,6-29,79

Примітки: * в таблиці відображені дані з 4-х розтинів в двократній повторюваності.

** у чисельнику $\bar{x} \pm m \bar{x}$ (V, %), в знаменнику min – max

В дослідженні ґрунту важливе екологічне значення має наявність рухомих та малорухомих сполук політантів, які у випадку зміни ґрунтових умов, першочергово, зміною окисно-відновного потенціалу, під дією органічних кислот (цитрат) в ризосфері стають більш активними та мобільними, і, як результат, більш доступними для поглинання рослиною (Millaleo et al., 2010). Активні форми Mn в ґрунті представлені трьома групами сполук марганцю – водорозчинного, обмінного та легковідновного. Обмінна форма, вилучена ацетатно-амонійним буферним розчином з рН 4,8, відповідає різним сполукам Mn в ґрунтах і складається з іонів, які переходять у водну витяжку, обмінних та іонів важкорозчинних сполук. Як бачимо з

таблиці 2, дерново-буроземні ґрунти району досліджень забезпечені вмістом рухомих форм марганцю як у верхньому гумусовому горизонті, так і в нижньому перехідному горизонті. Порівнюючи отримані дані з узагальненими даними, якими користуються в центрі «Облдержродючість» (табл. 1), можемо зробити висновок: гумусовий горизонт району досліджень має дуже високу забезпеченість вмістом рухомих форм марганцю, що перевищує показник $>20,1$, а в перехідному горизонті до материнської породи високий показник забезпеченості. Спостерігається також тенденція щодо значного збільшення вмісту марганцю в перехідному горизонті порівняно з гумусовим горизонтом. Можемо припустити, що такі коливання можуть бути пов'язані з взаємодією зі сполуками Fe. Серед мінеральних компонентів ґрунту, які впливають на рухомість більшості хімічних елементів, в тому числі і Mn, значний вплив мають тонкодисперсні глинисті, а також залізисті мінерали (Ivlev, 1986). Найбільший вміст рухомого марганцю виявлено в мінеральному гумусово-аккумулятивному горизонті, який перевищує ГДК 50 мг/кг рухомих форм марганцю в ґрунті, і становить 57 мг/кг ґрунту. Мінеральний гумусово-аккумулятивний горизонт (Hd) специфічний щодо акумуляції біофільних елементів. Такий високий показник рухомого марганцю в верхньому гумусовому горизонті ми можемо пояснити тим, що накопичення елемента відбувається завдяки кореневій системі рослин, яка переносить Mn в верхню частину ґрунтового покриву (Millaleo et al., 2010).

Водорозчинна форма включає три основні групи сполук Mn: легкорозчинні; важкорозчинні сполуки, що розчиняються в воді залежно від ступеня розчинності та розчинні у воді комплексні сполуки з різними органічними та неорганічними лігандами. Максимальний вміст водорозчинного марганцю виявлено в верхньому мінеральному гумусово-аккумулятивному горизонті і він різко зменшується в перехідних горизонтах (табл. 2). На таку динаміку можуть впливати постійні зміни pH ґрунтового розчину, діяльність ґрунтової мікрофлори в верхньому гумусовому горизонті, а також вологість та повітропроникність (Tebo et al., 1997; Bartlett, 1988). Ми також припускаємо, що на високі показники вмісту активного марганцю вплинули умови навколишнього середовища, а саме кліматичні умови, враховуючи, що проби ґрунту були відібрані в першій декаді осені на полях, засіяних травосумішшю. Як вже було зазначено в роботах Sparrow and Uren, Conyers та ін., найвищі концентрації водорозчинного та обмінного марганцю спостерігається на кислих ґрунтах в осінній період в умовах підвищеної вологості (Sparrow and Uren, 1987; Conyers et al., 1997).

ВИСНОВКИ

Ґрунти Закарпатської регіону, які в гірській зоні та передгір'ї представлені в основному дерново-буроземами на фоні з середнім показником валового вмісту марганцю мають високу забезпеченість рухомими формами марганцю вздовж профілю горизонту, а в верхньому гумусовому горизонті перевищують гранично допустиму концентрацію. Причини забруднення ґрунтів поллютантами, на прикладі марганцю, пов'язують в першу чергу з генезисом цих ґрунтів, а також з антропогенним навантаженням, яке за останні десятиліття має тенденцію до збільшення.

Аналітичні дослідження виконувалися за підтримки проекту ЄС «Оздоровчі та екологічні програми, пов'язані із Чорнобильською зоною відчуження».

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Bartlett, R. J., 1988.** Manganese redox reactions and organic interactions in soil, Manganese in Soils and Plants, R. D. Graham, R. J. Hannam and N. C. Uren, eds., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 59–73.
- Beus, A. A., Grabovskaja, L. I., Tihonova, N. V., 1976.** Geohimija okruzhajushhej sredy [Environmental Geochemistry], Nedra, Moscow (in Russian).
- Brouwers, G. J., Vijgenboom, E., Cors-tjens, P. L. A. M., de Vrind, J. P. M., de Vrind-de Jong, E. W., 2000.** Bacterial Mn²⁺ oxidizing systems and multicopper oxidases: An overview of mechanisms and functions, Geomicrobiol., 17, 1–24.

- Conyers, M., Uren, N., Helyar, K., Poile, G., Cullis, B., 1997.** Temporal variation in soil acidity, *Aust. J. Soil Res.*, 35, 1115–1129.
- Dobrovolskij, V. V., 1983.** Geografija mikroelementov. Global'noe rassejanie. [Geography micronutrients. global dissipation], Mysl, Moscow (in Russian).
- Erlich, H. L., 1996.** Geomicrobiology of manganese, *Geomicrobiology*. Marcel Dekker, New York, 388–488.
- Fandalyuk, A. V., Sotmari, M. P., 2004.** Optymizatsiya vykorystannya ta okhorony rodyuchosti hruntiv [Optimizing the use and protection of soil fertility Transcarpathia], *Privacy soil fertility*, 1, 80–87 (in Ukrainian).
- Gilkes, R. J., McKenzie, R. M., 1988.** Geochemistry of manganese in soil, *Manganese in Soils and Plants*, R. D. Graham, R. J. Hannam and N. C. Uren. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 23–35.
- Ivlev, A. M., 1986.** Biogeochemija [Biogeochemistry], Vysshaja shkola, Moscow (in Russian).
- Matiyeha, V. Y., Pasichnyk, O. R., Pokhyl, V. V. et al., 2010.** Ekologo-toksykologichnyy stan gruntiv na terytoriyi Tyachivskoho ta Rakhivskoho rayoniv Zakarpatskoyi oblasti [Ecological and toxicological status of soils in the Tyachiv and Rakhivsky district, Transcarpathian region], *The problems of agriculture Carpathians*, 19, 94–102 (in Ukrainian).
- Mel'nychuk, D., Hofman, Dzh., Horodnoho, M., 2004.** Yakist gruntu ta suchasni stratehiyi udobrennya [Soil quality and modern strategies of fertilization], *Aristey*, Kiev (in Ukrainian).
- Millaleo, R., Reyes-Diaz, M., Ivanov, A. G., Mora, M. L., Alberdi, M., 2010.** Manganese as essential and toxic element for plants: transport, accumulation and resistance mechanisms, *J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 10, 4, 470–481.
- Mineral Nutrition and Plant Disease, 2007.** Ed. by L. E. Datnoff, W. H. Elmer, D. M. Huber, Minnesota, APS Press, The American Phytopathological Society.
- Motuzova, G., Karpova, E., 2013.** Himicheskoe zagriznenie biosfery i ego ekologicheskie posledstvija [Chemical pollution of the biosphere and its environmental impacts], Moscow State University, Moscow (in Russian).
- Pendías, K., Pendías, H., 1992.** Trace elements in soils and plants, USA, CRR Press, 365 p.
- Perelman, A. I., 1979.** Geohimija [Biogeochemistry], Vysshaja shkola, Moscow (in Russian).
- Soderzhanie mikroelementov v pochvah Ukrainskoj SSR, 1964** [The content of microelements in Ukrainian SSR soils], Ed. P. A. Vlasjuk, Nauk. dumka, Kiev (in Ukrainian).
- Sparrow, L., Uren, N., 1987.** Oxidation and reduction of Mn in acidic soils: effect of temperature and soil pH, *Soil Biol. Biochem.*, 19, 143–148.
- Tebo, B. M., Ghiorse, W. C., van Waasbergen, L. G., Seiring, P. L., Caspi, R., 1997.** Bacterially mediated mineral transformation: Insights into manganese (II) oxidation from molecular genetic and biochemical studies, *Geomicrobiology: Interactions Between Microbes and Mineral*, J. F. Banfield, K. H. Nealson, Mineralogical Society of America, Washington, D. C., 225–260.
- Zubkova, T. A., Karpachevskij, L. O., 2001.** Matrichnaja organizacija pochv [Organization matrix soil], Rusaki, Moscow (in Russian).

Стаття надійшла в редакцію: 24.03.2015

Рекомендує до друку: чл.-к. НАНУ, д-р біол. наук, проф. В. В. Швартау

SOIL BIOLOGY



O. P. Yunosheva ✉

N. E. Ellanska

Cand. Sci. (Biol.), Sen. Res. Sci.

UDK 631.461+582.929.3

*M. M. Gryshko National Botanical Gardens,
National Academy of Sciences of Ukraine,
Timiryazevska st., 1, Kyiv, Ukraine, 01014*

SPECIFIC FEATURES OF SOIL MICROBIAL COMMUNITIES UNDER *LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* MILL. INTRODUCED PLANTS

Abstract. In article the results of microbiological studies of *Lavandula angustifolia* Mill. introductive plants soil are presented. The purpose of this study was to investigate the influence of hydrothermal and soil conditions of forest steppe zone on the microbial cenosis formation and dynamics of taxonomic and ecology-trophic groups of microorganisms. 9–10 years age plants *L. angustifolia* (Yuzhnoberezhnaja and Record varieties) have been studied during two years on the experimental fields of the National Botanical Garden. Rhizosphere and rows-space soil were taken for experimental researches. Investigations were carried out by conventional microbiology methods – seeding of certain dilutions of soil suspension on selective culture medium. The comparative characteristic of microbial groups was investigated in dynamic according to the lavenders development phases.

The decreasing of quantity of soil micromycetes were found during flowering phase in parallel with increasing of their species diversity. It should be noted that compared to control, the lavenders' rhizosphere differ wider range of micromycetes species that belongs to *Trichoderma*, *Penicillium* and, especially, *Aspergillus* genus.

The largest quantity of actinomycetes was observed at the beginning of vegetation. The development of actinomycetes and nitrogen transforming microorganisms depended on soil hydrothermal conditions. We observe decreasing of their quantity during deficiency of soil moisture. The numbers of spore-forming bacteria were significantly increased during the flowering period. Compared to control, the number of cellulolytic microorganisms increased during intensive vegetation, whereas its highest activity was observed at the end of vegetation.

Lavandula angustifolia exometabolites positively influenced to the development of heterotrophic bacteria in the beginning of vegetation, as well as during the flowering, whereas at the end of vegetation we observe the decreasing of its quantity. In opposite, the number of oligonitrophylus microorganisms decreased during the active vegetation, especially during dry period. The correlation between organic nitrogen and non-organic nitrogen consumption microorganisms define process of humus formation. We observed that the processes of organic matter development were fairly balanced. The accumulation of soil organic matter dominated during active vegetation, whereas activation of mineralization processes occurred at the end of vegetation period.

Microorganisms' content was higher in rows-spacing of plants, where concentration of exometabolites was lower. The dynamic of microbial cenosis and direction of microbiological processes have been similar in soil of two researched varieties, but the total number of microorganisms was higher in near-root soil of Yuzhnoberezhnaya variety.

✉ Tel.: +38093-452-74-60. E-mail: vandae@ukr.net

DOI: 10.15421/041507

The *Lavandula angustifolia* soil microbial cenosis forms under influence of its plants excretions, in particular essential oils, that have a specific effect on the microflora and cause a quantity decrease of basic groups of microorganisms. The concentration of lavender exometabolites decrease in parallel with increasing of soil moisture and accordingly inhibitory effect of essential oil changes on stimulation.

The understanding of soil microbial coenosis formation features will promote prognostication of interrelations between microbiota and plants. It will help to create sustainable landscape compositions and rational use them in making healthy ecosystems and other practical aspects.

Keywords: micromycetes, bacteria, cellulolytic activity, organic matter development.

УДК 631.461+582.929.3

Е. П. Юношева

Н. Э. Элланская

канд. биол. наук, стар. науч. сотр.

*Национальный ботанический сад им. Н. Н. Гришка НАН Украины,
ул. Тимирязевская, 1, г. Киев, Украина, 01014,
тел.: +38093-452-74-60, e-mail: vandae@ukr.net*

СПЕЦИФИКА МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ ПОЧВЫ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ РАСТЕНИЙ *LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* MILL.

Аннотация. Представлены результаты исследований микробного ценоза почвы интродуцированных растений *Lavandula angustifolia* Mill. Изучали численность основных таксономических и эколого-трофических групп микроорганизмов почвы двух сортов лаванды узколистной и направленность микробиологических процессов. Динамика развития микробиоты зависела от гидротермических условий, фазы развития и сорта растений.

Ключевые слова: микромицеты, бактерии, азотобактер, целлюлолитическая активность, трансформация органического вещества.

УДК 631.461+582.929.3

О. П. Юношева

Н. Е. Елланська

канд. біол. наук, стар. наук. співр.

*Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України,
вул. Тимірязєвська, 1, м. Київ, Україна, 01014,
тел.: +38093-452-74-60, e-mail: vandae@ukr.net*

СПЕЦИФІКА МІКРОБНИХ УГРУПОВАНЬ ҐРУНТУ ІНТРОДУКОВАНИХ РОСЛИН *LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* MILL.

Анотація. Представлено результати досліджень микробного ценозу ґрунту інтродукованих рослин *Lavandula angustifolia* Mill. Вивчали чисельність основних таксономічних і еколого-трофічних груп мікроорганізмів двох сортів лаванди вузьколистій та направленість мікробіологічних процесів. Динаміка розвитку мікробіоти залежала від гідротермічних умов, фази розвитку та сорту рослин.

Ключові слова: мікроміцети, бактерії, азотобактер, целюлолітична активність, трансформація органічної речовини.

ВСТУП

Лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifolia* Mill.) походить з країн Середземноморського басейну, вона традиційно вирощується у південних регіонах України, хоча останнім часом все далі просувається на північ та схід. Рослини роду *Lavandula* L. мають цінність як ефіроолійні та декоративні, лікарські та медоносні, вони успішно ростуть та репродукують у Ботанічному саду ім. Гришка НАНУ протягом багатьох років. Оцінка успішності інтродукції цих корисних поліфункціональних рослин неповна без характеристики мікробіологічних процесів

грунту. Рослини – активні едифікатори, вони формують умови едафотопу – середовища існування ґрунтових мікроорганізмів, це відбувається за рахунок виділення специфічних метаболітів рослинами, які інгібують, або ж, навпаки, стимулюють ріст та розвиток вищих рослин. В екосистемах мікробіота ґрунту бере участь у багатьох важливих процесах, а саме у біологічному колообігу важливих макро- та мікроелементів, утворенні гумусу, мінералізації органічних речовин за допомогою різних ферментів (Yurchak, 2005; Symochko, 2012). Розуміння впливу ґрунтово-кліматичних умов, виду та сорту рослин на формування мікробного ценозу було метою досліджень.

Виходячи з цього, ми вивчали зміну чисельності та співвідношення основних груп мікроорганізмів у ризосфері та міжряддях дослідних рослин.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В умовах Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАНУ (НБС НАНУ) на дослідних ділянках за фазами розвитку (I – фаза відростання, II – цвітіння, III – післяжнивна) вивчали динаміку чисельності основних таксономічних та еколого-трофічних груп мікроорганізмів під інтродукованими сортами лаванди вузьколистої. Протягом двох років досліджувався ґрунт ризосфери та міжрядь лаванди 9–10-ти річного віку сортів «Рекорд» та «Южнобережная». Ці сорти є одними з базових сортів кримської селекції, завезені під час експедиційних досліджень, впродовж більш ніж 30 років вегетують в НБС НАНУ. Контролем слугував ґрунт, який не зазнавав фізіологічного впливу дослідних рослин.

Вилучення мікроорганізмів із свіжо відібраних зразків ґрунту здійснювали методом посіву ґрунтових суспензій у відповідних розведеннях на елективні агаризовані живильні середовища за загальноприйнятими у ґрунтовій мікробіології методиками (Terpe et al., 2004).

Підраховували кількість бактерій, які споживають переважно мінеральні (крохмаль-аміачний агар (КАА)) та органічні (м'ясо-пептонний агар (МПА)) сполуки азоту; мікроміцетів (середовище Чапека), актиноміцетів (КАА), целюлозоруйнівних мікроорганізмів (середовище Гетчинсона) та мікроорганізму *Azotobacter chroococcum* (% обростання грудочок ґрунту на середовищі Ешбі) (Zviagintsev et al., 1991). Співвідношення окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів (коефіцієнт мінералізації-іммобілізації) розраховували за К. І. Андреюк та співавт. (Andreiuk et al., 2001), показник трансформації органічної речовини визначали за В. Д. Муха (Mukha, 1980). Целюлолітичну активність визначали за методом О. І. Пушкінської (Zviagintsev et al., 1984). Загальна кількість колоній, яку підраховували при посівах ґрунтових суспензій, була зумовлена кількістю колонієутворюючих одиниць (КУО).

Статистичну обробку даних проведено за допомогою пакета програм Microsoft Excel 2007.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Мікроміцети відіграють суттєву роль у трансформації органічних сполук, це, в першу чергу, розклад целюлози, лігніну і пектинових речовин. Важливу роль відіграють гриби у колообігу азоту, зокрема у процесах амоніфікації, створюючи умови для розвитку інших мікроорганізмів. Крім того, ґрунтові гриби здатні продукувати різноманітні біологічно активні речовини: амінокислоти, ферменти, ліпіди, полісахариди, антибіотики, стимулятори росту рослин (Korilov, 2012).

Дослідження показали, що найвища кількість мікроміцетів спостерігалася у фазу відростання-бутонізації (49,1–50,0 тис. КУО), а в період цвітіння знижувалася (26,1–30,3 тис. КУО) порівняно з контролем (рис. 1). Особливо це помітно на першому, більш посушливому, році досліджень. У ризосфері обох сортів було у 1,5–2 рази менше цих мікроорганізмів, ніж у ґрунті міжрядь.

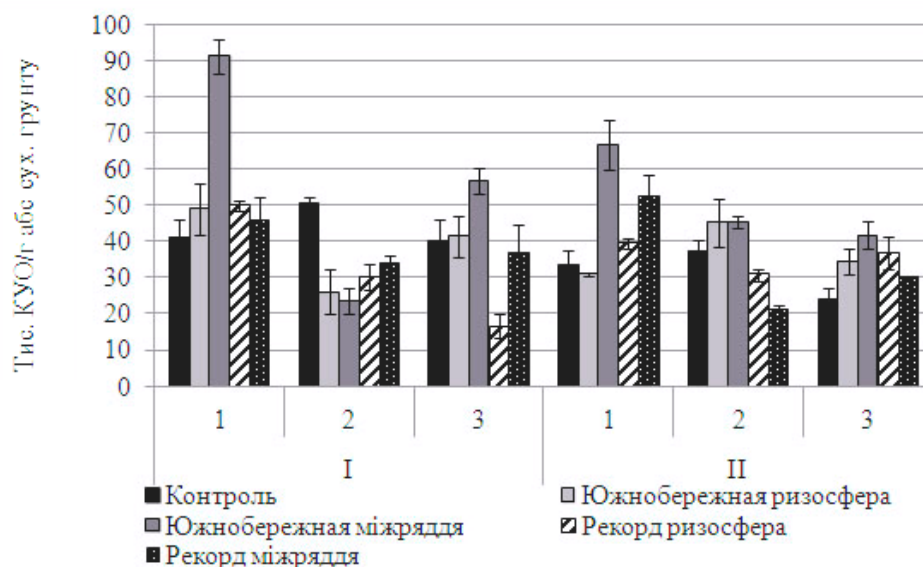


Рис. 1. Чисельність мікроміцетів у ґрунті під *Lavandula angustifolia* Mill.
1 – фаза відростання, 2 – цвітіння, 3 – післязбирна; I – перший рік досліджень, II – другий рік

Слід відзначити, що ризосфера лаванди відрізнялась більш широким видовим спектром мікроміцетів родів *Penicillium* та *Trichoderma*, порівняно з контролем, де переважали мукоральні форми. Заслужує на увагу той факт, що в дослідних зразках зустрічались мікроміцети роду *Aspergillus*, можливо, видоспецифічність виділень лаванди стимулює розвиток цих мікроорганізмів. Порівнюючи видовий склад мікроміцетів, виділених з ризосфери рослин кримських господарств (Ellanskaya et al., 1986), можна відмітити значну частоту трапляння мікроміцетів роду *Aspergillus* в цих зразках. Розподіл чисельності мікроміцетів подібний до такого у кримських зразках, а саме зменшення цієї групи мікроорганізмів у фазу цвітіння у ризосфері та більша їх кількість у міжряддях доводять, що екзометаболіти рослин (ефірні олії) здійснюють вплив на цю групу мікроорганізмів.

Важливою для розгляду, біологічно індикаторною, є група спороутворюючих бактерій. Незважаючи на те, що більша частина їх перебуває у ґрунті у вигляді спор, багаточисельні вегетаційні та польові досліді показали, що при надходженні свіжої органічної речовини у ґрунт основна частина бактеріальних спор проростає, насичуючи прикореневу зону рослин фізіологічно активними сполуками (Golovko, 1984).

Кількість спороутворюючих бактерій у ґрунті під лавандою у фазу цвітіння зростає порівняно з контролем (рис. 2). В той же час у ризосфері цих мікроорганізмів було менше у 1,5–2 рази, ніж у міжрядді. У більшості варіантів загальна кількість бацил менша у контрольному ґрунті (152,2–163,4 тис. КУО), ніж у ґрунті з-під лаванди (203,5–404,4 тис. КУО).

Між групою мікроміцетів та спороутворюючих бактерій спостерігається обернена залежність розвитку, що може свідчити про конкурентні трофічні взаємовідносини.

Актиноміцети – зимогенна група мікроорганізмів, яка бере участь у процесі амоніфікації. Їм притаманна висока фізіологічна активність, тому вони можуть розвиватись на різноманітних субстратах, деструктувати важкорозчинні органічні речовини на більш пізніх строках їх мінералізації, які недоступні грибам і целюлозоруйнівним мікроорганізмам, а також продукувати антибіотичні та фітотоксичні сполуки (Andreiu et al., 2001). Більший вміст мікроорганізмів групи актиноміцетів був відмічений у ґрунті міжрядь (рис. 3). Найбільша їх чисельність виявлена у фазу відростання-бутонізації, під час

цвітіння – зменшувалась у зразках першого року досліджень, та, навпаки, зростала у другому році, який відрізнявся більшою кількістю опадів.

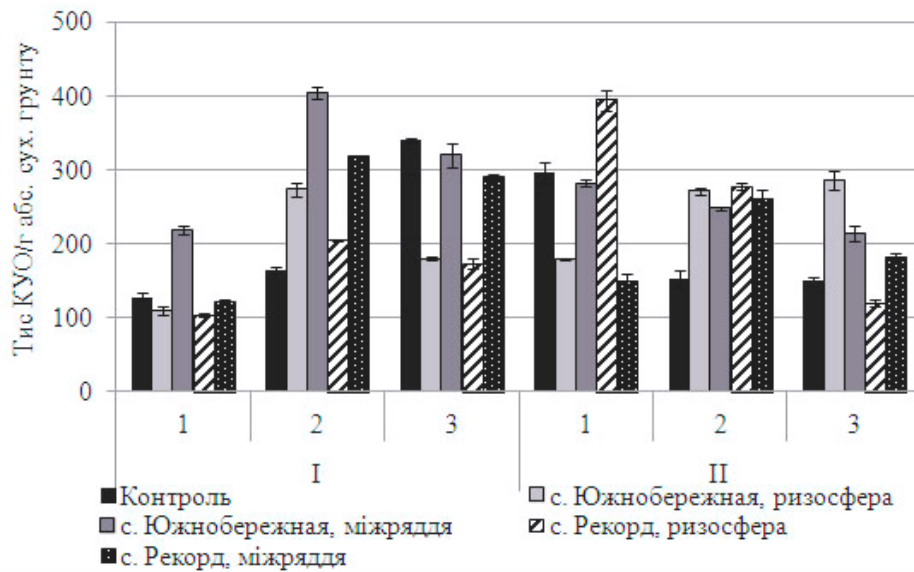


Рис. 2. Чисельність спороутворюючих бактерій у ґрунті під *Lavandula angustifolia* Mill. Примітка: позначення як на рис. 1.

Клітковина є одним із основних компонентів рослинних залишків, інтенсивність її мінералізації залежить від чисельності та активності целюлозолітичних мікроорганізмів і має суттєвий вплив на біологічну активність ґрунту. Розклад клітковини відображає загальну картину мікробіологічних процесів, оскільки залежить також від наявності у ґрунті доступного азоту, фосфору та інших елементів живлення (Mishustin, 1975).

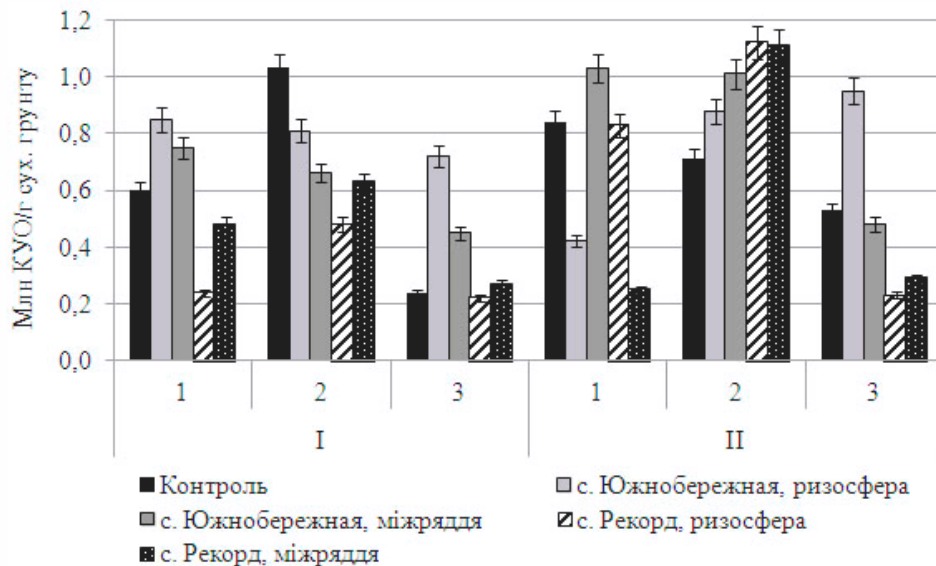


Рис. 3. Чисельність актиноміцетів у ґрунті під *Lavandula angustifolia* Mill. Примітка: позначення як на рис. 1.

Найбільша кількість мікроорганізмів цієї трофічної групи відзначалась у період цвітіння (табл. 1). На початку вегетації їх чисельність була меншою за контрольні зразки на першому та більшою – на другому році досліджень. Нами відмічена більша кількість та активність целюлозоруйнівних мікроорганізмів у ґрунті з-під сорту «Рекорд» впродовж обох років. Наприкінці вегетації чисельність помітно зменшувалась в усіх варіантах, крім того у дослідних зразках мікроорганізмів було менше за контрольні. В той же час показники розкладу целюлози, навпаки, збільшувались протягом вегетаційного періоду. Взагалі, активність не завжди корелювала з кількістю целюлозолітиків, наприклад, восени активність помітно зростала, тоді як чисельність була невисокою.

Таблиця 1

Чисельність целюлозоруйнівних мікроорганізмів у ґрунті під *Lavandula angustifolia* Mill. та інтенсивність розкладу клітковини

Варіант досліджу	Тис. КУО/г абс. сухого ґрунту			Розклад целюлози, %		
	1	2	3	1	2	3
Контроль	309,5±6,5	312,5±4,3	179,2±15,1	45	45	60
	102,0±7,6	102,7±6,0	101,9±8,9	30	40	55
Ризосфера, «Южнобережная»	137,0±5,5	178,9±8,6	61,9±4,9	33	55	50
	132,4±6,8	134,7±2,2	86,1±5,2	35	20	33
Міжряддя, «Южнобережная»	175,0±9,9	222,0±10,3	115,7±3,9	40	28	58
	144,3±6,5	124,2±1,7	83,6±7,8	35	30	55
Ризосфера, «Рекорд»	199,9±4,8	331,5±6,5	92,4±7,8	15	35	80
	174,6±10,4	149,3±3,9	83,6±2,9	55	60	30
Міжряддя, «Рекорд»	204,5±9,2	394,2±18,6	92,3±12,4	37	17	70
	174,3±12,2	119,9±8,3	46,8±6,7	45	55	45

Примітка: строки відбору зразків: 1 – фаза відростання, 2 – цвітіння, 3 – післязнівня; чисельник – перший рік досліджень, знаменник – другий рік.

Бактерії роду *Azotobacter* є не тільки високоактивними азотфіксаторами, вони також продукують речовини фітогормональної дії, органічні кислоти, вітаміни і, таким чином, можуть впливати прямо чи опосередковано на розвиток рослин (Sherstoboeva, Fedak, 2009; Patyka et al., 2003; Andreiuk et al., 2001). Для азотобактеру була характерна чітка тенденція розвитку (рис. 4). На першому році досліджень, який відрізнявся більш посушливими умовами, пригнічення цих мікроорганізмів було відмічено для сорту «Южнобережная» протягом всього періоду вегетації, найбільше у фазу відростання у ризосфері – на 80 %. У наступному вегетаційному сезоні, з більшою кількістю опадів, азотобактер розвивався добре – гальмування не перевищувало 16–19 % у ризосфері обох сортів.

Мікроорганізми-амоніфікатори здійснюють деструкцію органічних сполук, які надходять у ґрунт з кореневими виділеннями або рослинними рештками. Ця група мікроорганізмів розвивалась як на початку вегетації, так і в період бутонізації-цвітіння в дослідних зразках ґрунту краще, ніж у контрольному (табл. 2). Наприкінці вегетації ми спостерігали зменшення чисельності цієї групи мікроорганізмів. Ймовірно, що виділення рослин лаванди впливають на розвиток гетеротрофних бактерій, не пригнічують мікроорганізми на початку вегетаційного періоду та в період цвітіння, тоді як в кінці вегетації їх можуть конкурентно витіснити мікроорганізми з більш розвиненим ферментативним апаратом, зокрема мікроміцети.

Важливе значення в азотному балансі досліджуваного ґрунту відіграють олігонітрофіли, яким достатньо використовувати азот у малих кількостях. Загальна чисельність мікроорганізмів цієї трофічної групи зменшувалась протягом онтогенезу у більшості дослідних зразків, особливо ризосферного ґрунту (табл. 3). На другому році досліджень чисельність мікроорганізмів була досить високою, пригнічення спостерігалось тільки в зразках ризосфери обох сортів у фазу цвітіння.

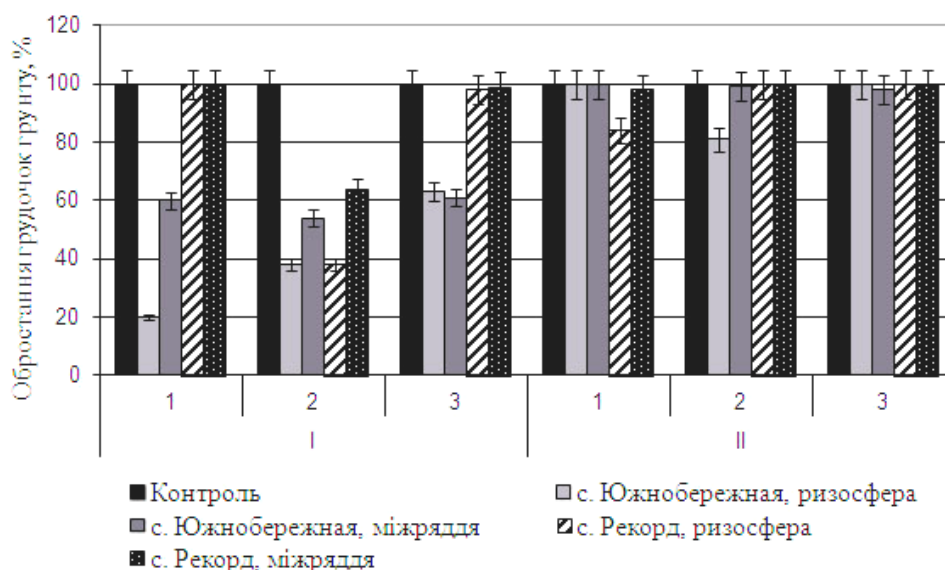


Рис. 4. Динаміка розвитку бактерій роду *Azotobacter* у ґрунті під *Lavandula angustifolia* (обростання грудочок ґрунту на середовищі Ешбі)
Примітка: позначення як на рис.1.

Таблиця 2

Чисельність мікроорганізмів, що засвоюють різні форми азоту,
у ґрунті під лавандою вузьколистого *Lavandula angustifolia* Mill.
та показники інтенсивності мінералізаційних процесів

Варіанти дослідів	Амоніфікатори			Олігонітрофіли			Індекс мінералізації-імобілізації			Показник трансформації органічної речовини		
	млн КУО/г сух.гр.			млн КУО/г сух.гр.								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	Контроль	2,9±0,1	5,0±0,3	8,6±0,9	6,7±0,7	11,0±1,6	15,2±0,8	2,3	2,2	1,8	4,3	7,3
	6,0±0,1	2,8±0,3	9,6±1,1	7,9±0,8	9,3±0,6	4,7±0,7	1,3	3,3	0,5	0,7	3,7	28,6
Ризосфера, «Южнобережная»	6,0±0,7	13,4±0,4	4,2±0,1	3,5±0,6	14,2±1,5	12,6±1,6	0,6	1,1	3,0	15,8	25,1	5,6
	8,8±0,5	5,9±0,7	4,3±0,8	11,3±0,6	6,2±0,2	9,6±0,7	1,3	1,1	2,2	15,5	11,0	6,2
Міжряддя, «Южнобережная»	6,5±0,7	7,2±0,8	3,4±0,2	3,9±0,6	11,7±0,2	10,7±0,6	0,6	1,6	3,1	17,3	11,8	4,6
	12,1±0,5	4,4±0,3	3,7±0,9	9,8±1,4	9,3±0,4	4,7±0,6	0,4	1,6	1,3	54,8	8,6	6,5
Ризосфера, «Рекорд»	2,9±0,4	6,5±0,9	4,0±0,8	3,4±0,4	6,6±1,8	8,0±0,1	1,2	1,0	2,0	5,3	13,1	6,0
	6,1±0,3	4,6±0,4	3,2±0,9	14,7±0,6	6,9±0,6	3,9±0,5	2,4	1,5	1,2	8,7	7,7	5,9
Міжряддя, «Рекорд»	4,2±0,6	6,1±0,3	4,9±0,5	4,5±0,5	8,1±1,7	10,9±1,3	1,1	1,3	2,2	8,0	10,9	7,2
	5,7±0,5	5,6±0,6	2,0±0,4	7,7±0,7	9,6±0,1	6,7±0,5	1,3	1,7	3,4	10,3	8,9	2,6

Примітка: строки відбору зразків: 1 – фаза відростання, 2 – цвітіння, 3 – післязнівна; чисельник – перший рік досліджень, знаменник – другий рік.

З двох сортів кращим був розвиток як амоніфікаторів, так і олігонітрофілів у прикореневому ґрунті с. «Южнобережная».

Відомо, що співвідношення між трофічними групами мікроорганізмів визначає направленість процесів мінералізації органічної речовини ґрунту. Індекс мінералізації був нижчим за контроль в періоди відростання та цвітіння, що свідчить про направленість процесів у бік накопичення органічних сполук. Восени, навпаки, переважали процеси мінералізації гумусу. В контрольних варіантах мікробіологічні процеси мали протилежний напрямок.

Трансформація органічної речовини найбільш інтенсивно проходила впродовж вегетації у дослідних зразках. Вищими були показники у ґрунті сорту «Южнобережная». Наприкінці вегетації направленість мікробіологічних процесів змінилась, значення показників трансформації органічної речовини ґрунту знизились, що підтверджує зменшення пулу органічної речовини в кінці вегетаційного періоду.

ВИСНОВКИ

Мікробний ценоз ґрунту з-під лаванди вузьколистої формується під впливом її рослинних виділень, зокрема ефірних олій. Динаміка розвитку мікробіоти залежала від гідротермічних умов, фази розвитку, віку та сорту рослин. Специфіка корневих виділень визначає склад мікроорганізмів у ризосфері. Виділення дослідних рослин селектують окремі групи мікроорганізмів, під їх дією зменшувалась чисельність мікроміцетів у ризосфері, в той же час розширювався їх видовий спектр. Загалом, відбувалось зменшення чисельності всіх досліджуваних груп мікроорганізмів у період цвітіння, тоді як кількість спороутворюючих бактерій зростала. Активізувалась також діяльність амоніфікаторів та целюлозоруйнівних мікроорганізмів. Відмічено, що чисельність мікроміцетів, актиноміцетів, та спороутворюючих бактерій переважала у ґрунті міжрядь, де, ймовірно, менша кількість екзометаболітів лаванди. Підвищення вологості ґрунту зменшує градієнт концентрації рослинних метаболітів, зокрема, ефірних олій, змінюючи гальмувальну дію на стимулювальну. Динаміка розвитку та направленість мікробіологічних процесів була подібною у зразках досліджуваних сортів, разом з тим більшим вмістом мікроорганізмів відрізнявся ґрунт з-під сорту «Южнобережная». Процеси мінералізації органічної речовини ґрунту були досить збалансовані. В період активної вегетації рослин у ґрунті відбувалось накопичення органічних сполук, тоді як в кінці вегетаційного періоду активізувались мінералізаційні процеси.

Врахування особливостей формування мікробного ценозу ґрунту, а також фізіологічних властивостей рослин будуть сприяти передбаченню їх взаємовідносин з іншими рослинами для створення стійких ландшафтних композицій, раціональному використанню їх в оздоровленні екосистем та інших практичних аспектах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Andreiuk, K. I., Iutynska, G. O., Antypchuk, A. F. et. al., 2001.** Funktsionuvannya mikrobykh tsenoziv ґruntu v umovakh antropohennoho navantazhennia [Soil microbial cenosis functioning under conditions of anthropogenic load], Naukova dumka, Kyiv (in Ukrainian).
- Ellanskaya, I. A., Yurchak, L. D., Pobirchenko, G. A., Gordeeva, A. K., Sokolova, E. V., 1986.** Mikromitsety rizosfery i mezhduriadiy lavandy nastoiachshey v usloviakh promyshlennogo vozdeystviia [Micromycetes of rhizosphere and rows-space of lavender under conditions intensive cultivation], Mikrobiol. Journal, 48, 6, 43–48 (in Russian).
- Golovko, E. A., 1984.** Mikroorganizmy v allelopatii vysshikh rasteniy [Microorganisms in allelopathy of higher plants], Naukova dumka, Kyiv (in Russian).
- Kopilov, E. P., 2012.** Gruntovi hryby iak biotychnyy chynnyk vplyvu na roslyny [Soil fungi as biotic factor of influence on plants], Agricultural microbiology: collected papers, 15–16, 7–28 (in Ukrainian).
- Metody pochvennoj mikrobiologii i biohimii, 1991** [Methods of Soil Microbiology and Biochemistry], ed. D. G. Zvyagintsev, Publishing house MGU, Moscow (in Russian).
- Mishustin, E. N., 1975.** Assotsiatsii pochvennykh mikroorganizmov [Associations of the soil microorganisms], Science, Moscow (in Russian).
- Mukha, V. D., 1980.** O pokazateliakh, otrazhayushchikh intensivnost i napravlennost pochvennykh protsessov [About characteristics, reflecting intensity and directivity of soil processes], edited volume of Kharkov agriculture institute, Kharkov, 273, 13–16 (in Russian).
- Patyka, V. P., Kots, S. Y., Volkogon, V. V. et. al., 2003.** Biologichnyy azot [Biological nitrogen], Kyiv, Svit (in Ukrainian).
- Sherstoboeva, O. V., Fedak, L. I., 2009.** Polifunktsionakna aktyvnist azotobakteru v gruntakh Lisostepu Ukrainy [Multifunctional

activity of Azotobacter in soils of forest-steppe of Ukraine], Agroekologichny Journal, June, 351–354 (in Ukrainian).

Symochko, L. Y., 2012. Vplyv likarskykh roslyn na funktsionuvannia mikrobnoho tsenozu gruntu [Influence of medicinal plants on functioning of soil microbial coenosis], Sci. Bull. Uzhgorod Univ. (Ser. Biol.), 32, 40–44 (in Ukrainian).

Symochko, L. Y., Symochko, V. V., Biহারী, I. I., 2010. Spriamovanist mikrobiolohichnykh protsesiv u gruntі ahrobiotsenoziv pry zastisuvanni riznykh agrozakhodiv [Directivity of microbiological processes in agrobiocoenosis soil under different agro- techniques], Sci. Bull. Uzhgorod Univ. (Ser. Biol.), Uzhhorod, 28 (in Ukrainian).

Tepper, E. Z., Shilnikova, V. K., Pereverzeva, G. I., 2004. Praktikum po mikrobiologii [Microbiology practicum], Drofa, Moscow (in Russian).

Yurchak, L. D., 2005. Alelopatiiia v ahrobieotsenozakh aromatychnykh roslyn [Allelopathy in agrobiogeocenoses of aromatic plants], Phitosociotcentr, Kyiv (in Ukrainian).

Zviagintsev, D. G., Kochkina, G. A., Kozhevina, P. A., 1984. Novye podkhody k izucheniyu suksessij mikroorganizmov v pochve [New approaches to the research of microorganisms succession in soil], Soil organisms as biogeocenosis component, Science, Moscow, 81–103 (in Russian).

Стаття надійшла в редакцію: 25.02.2015

Рекомендує до друку: д-р біол. наук, проф. І. Х. Узбек

SOIL BIOLOGY



V. M. Gryshko  Cand. Sci. (Biol.), Sen. Res. Sci.
O. N. Korinovskaya

UDK 631.4:577.4:579.26

*Kryvyi Rig botanical garden NAS of Ukraine,
Marshaka str., 50, Kryvyi Rig, Ukraine, 50089*

INFLUENCE OF ORGANO-MINERAL FERTILIZERS ON THE BASIS OF THE PRECIPITATION OF SEWAGE ON MICROMYCETES CENOSIS

Abstract. One from actual problems of ecological safety of the modern industrial cities development is utilization of sewage. One of solutions of this problem is studying of possibility of use of ecologically safe organo-mineral fertilizers on the basis of a precipitation of city sewage. Therefore studying of influence of organo-mineral fertilizers on the basis of a precipitation of sewage (Dnipropetrovsk) in comparison with complex fertilizer ammophos on the number and specific structure of soil micromycetes was the purpose of researches.

Field experiments were made on sites of 5 m² in the following variants: control without fertilizers; introduction of ammophos and organo-mineral fertilizers on the basis of a precipitation of city sewage in number of 10 and 30 t/hectare. Experiments were made in triple frequency on fields of Erastovsky experimental station of Institute of agriculture of steppe zone NAAS of Ukraine (Pyatikhatsky area, Dnipropetrovsk region). The soil (chernozem usual) selected from depth of 0–10, 10–20 and 20–30 cm under crops of summer barley of a sort «Galaxies» in a phase of full maturing of seeds. Quantity of soil micromycetes considered on Capek agarized medium. Structure of soil microscopic fungi cenosis estimated using indicators of frequency of species occurrence, similarity of communities (Serensen coefficient), extents of species domination in cenosis (Berger-Parker index), specific wealth (Simson index) and a specific variety (Shannon index).

In a layer of soil 0–10 cm of a site at introduction of 30 t/hectare of organo-mineral fertilizers on the basis of a precipitation of city sewage the quantity of microscopic fungi increased by 1.5 times in comparison with control. In the bottom layers (10–20 and 20–30 cm) – in 1.3 and 1.6 times – respectively. The increase in quantity of micromycetes is noted and in the soil of sites after introduction of 30 t/hectare of ammophos. In a layer of soil 0–10 cm their number increased by 2.3 times, and in the bottom layers – in 1.9 and 2.1 times respectively in comparison with control.

From soils of a site of a field experiment are allocated and identified 13 species from 10 genres of microscopic fungi. Soils of sites of various variants of experience differed on the frequency of occurrence of microscopic fungi. From the chernozem usual of control site are allocated 4 species of micromycetes. In micocenosis dominated *Fusarium oxysporum* with a frequency of occurrence 100 %, to subdominant species (frequency of occurrence 40 %) belonged *F. solani*. The least similar on the control was micocenosis of site at introduction of 30 t/hectare of ammophos. Micocenosis of soils in variants of experience at introduction of ammophos in number of 10 t/hectare and organo-mineral fertilizers from a precipitation of city sewage in number of 30 t/hectare were very close to control variant. In the soil of site at introduction of organo-mineral fertilizers from a precipitation of city sewage in number of 30 t/hectare 6 species of microscopic fungi are identified. In

 Tel.: + 38096-025-45-61, e-mail: vitgryshko@i.ua

DOI: 10.15421/031508

ISSN 1684–9094. Gruntoznavstvo. 2015. Vol. 16, no. 1–2

75

micocenosis dominated *P. vinaceum* (frequency of occurrence 80 %), *Trichoderma viride* (frequency of occurrence 40 %) belonged to subdominants.

On the basis of determination of micromycetes frequency of occurrence, coefficient similarities of communities, indexes of domination, specific wealth and variety, it is proved that entering into the soil of organo-mineral fertilizers on the basis of a precipitation of sewage promotes to increase of specific variety of microscopic fungi.

It is shown that use of organo-mineral fertilizers on the basis of a precipitation of sewage considerably reduces the frequency of occurrence of a phytopathogenic specie *Fusarium oxysporum* which is the activator of root decay at plants.

Key words: soil, micromycetes, fertilizers, sewage, number, specific variety.

УДК 631.4:577.4:579.26

В. Н. Гришко

канд. биол. наук, стар. науч. сотр.

О. Н. Кориновская

*Криворожский ботанический сад НАН Украины,
ул. Маршака, 50, г. Кривой Рог, Украина, 50089,
тел.: + 38096-025-45-61, e-mail: vitgryshko@i.ua*

ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА ЦЕНОЗ МИКРОМИЦЕТОВ

Аннотация. Исследованы структурные перестройки ценоза микромицетов при внесении в почву аммофоса и органоминеральных удобрений на основе осадков сточных вод. Показано, что в эдафотопях с внесением удобрений на основе осадков сточных вод и аммофоса в 1,5–2,3 раза увеличивается численность микроскопических грибов, также возрастает видовое разнообразие микромицетов, на что указывает увеличение индексов доминирования и видового многообразия.

Ключевые слова: почва, микромицеты, удобрения, сточные воды, численность, видовое разнообразие.

УДК 631.4:577.4:579.26

В. М. Гришко

канд. біол. наук, стар. наук. спів.

О. М. Коріновська

*Криворізький ботанічний сад НАН України,
вул. Маршака, 50, м. Кривий Ріг, Україна, 50089,
тел.: + 38096-025-45-61, e-mail: vitgryshko@i.ua*

ВПЛИВ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ НА ОСНОВІ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД НА ЦЕНОЗ МІКРОМІЦЕТІВ

Анотація. Досліджено структурні перебудови ценозу мікроміцетів за внесення в ґрунт органо-мінеральних добрив на основі осадів міських стічних вод і амофосу. Показано, що в едафотопях за внесення амофосу та органо-мінеральних добрив на основі осадів міських стічних вод у 1,5–2,3 рази збільшується чисельність мікроскопічних грибів, також зростає їх видове різноманіття, на що вказує підвищення індексів домінування і видового різноманіття. Використання органо-мінеральних добрив на основі осадів міських стічних вод, порівняно з амофосом, значно знижує частоту трапляння *Fusarium oxysporum*, який є фітопатогенним видом і збудником кореневої гнилі у рослин.

Ключові слова: ґрунт, мікроміцети, добрива, осади, стічні води, чисельність, видове різноманіття.

ВСТУП

Однією з головних екологічних проблем розвитку сучасних міст є утилізація побутових і промислових стічних вод. Одним із шляхів утилізації осадів стічних вод є виготовлення органо-мінеральних добрив на їх основі (Merzlaya, 2005). Необхідно зазначити, що вони містять значні запаси біогенних елементів: азоту – 1–3 %;

фосфору – 1–4 %; , калію – 0,2–0,7 %; кальцію – 3–5 % та значну кількість вуглецевих речовин, отже, можуть бути корисною сировиною для виготовлення біоорганічних добрив (Kramarova, 2010; Pchinova, 2009; Malinina, 2012). Проте, до недавнього часу існував ряд обмежень їх застосування: наявність значної кількості небезпечних хімічних речовин, насамперед важких металів (плюмбуму, кадмію, цинку, нікелю і купрумів та ін.), а також хвороботворних мікроорганізмів (Plexanova 2009; Kramarova, 2012; Saruhan, 2010). Використання сучасних технологій надає можливості для вилучення сполук важких металів з осадів (Kramarova, 2012), а розробка відповідних способів складування значно знижує їх санітарно-епідеміологічну небезпеку. Однак певної уваги заслуговує визначення змін у ценозах різних еколого-трофічних і систематичних груп мікроорганізмів при використанні добрив, отриманих з осадів міських стічних вод. Аналіз літературних даних свідчить, що відомості про якісні та кількісні характеристики мікобіоти в ризосфері сільськогосподарських рослин є досить обмеженими (Orazova, 1999; Sherbacov, 2001; Kostuchenko, 2010). Тому метою роботи було дослідження впливу органо-мінеральних добрив на основі осадів стічних вод та комплексного мінерального добрива амофосу на чисельність і видовий склад ґрунтових мікроміцетів.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Встановлення впливу органо-мінеральних добрив (ОМД) на основі осадів стічних вод (ОСВ) та амофосу на кількісні і якісні показники ценозу ґрунтових мікроміцетів проводилося за наступною схемою: контроль без добрив, амофос у кількості 10 т/га; ОМД на основі ОСВ – 10 т/га; амофос – 30 т/га; ОМД на основі ОСВ – 30 т/га. Площа дослідних ділянок становила 5 м², польові досліді були закладені в трикратній повторності. Зразки ґрунту відбирали на глибині 0–10, 10–20 і 20–30 см (Yakist gruntu, 2004) на дослідних полях Єрастівської станції Інституту сільського господарства степової зони НААН України (с.м.т. Вишневе, П'ятихатський район, Дніпропетровська обл.) під посівами ярого ячменю сорту «Галактик» у фазу повної стиглості. Ґрунтову суспензію висівали на агаризоване середовище Чапека (Kurakov, 2001; Collins, 2004). Ідентифікацію мікроміцетів проводили за загальноприйнятими визначниками (Samson, 1990; Domsh, 2007). Для екологічної характеристики структури ценозу мікроскопічних грибів розраховували частоту трапляння видів (Zvyagintsev, 1991), схожість угруповань визначали за коефіцієнтом Серенсена, ступінь домінування видів – за індексом Бергера-Паркера, видового багатства – індексом Сімпсона, видового різноманіття – індексом Шеннона (Meggaran, 1992; Kurakov, 2001).

РЕЗУЛЬТАТИ І ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження чисельності мікроміцетів показало її підвищення в едафотопях з внесенням амофосу і ОМД на основі ОСВ (табл. 1). В ґрунтах з вмістом ОМД на основі ОСВ у кількості 10 т/га відбувалось підвищення чисельності мікроскопічних грибів на глибині 0–10 і 10–20 см в 1,2 рази, тоді як в шарі ґрунту 20–30 см збільшувалася в 1,4 рази порівняно з контролем. На ділянках за внесення 30 т/га останнього у поверхневому шарі ґрунту їх кількість була в 1,5 разів більшою, ніж у контролі, а в нижніх шарах ґрунту – підвищувалась у 1,3 і 1,6 рази, відповідно. В едафотопях з внесенням амофосу 10 т/га спостерігалось зростання в 1,4 рази чисельності мікроміцетів у поверхневому шарі ґрунту порівняно з контролем, тоді як у нижніх шарах їх кількість збільшувалася до 40 %. Підвищення чисельності ґрунтових мікроскопічних грибів спостерігалось також після внесення 30 т/га амофосу. Так, їх кількість у поверхневому шарі ґрунту збільшувалась у 2,3 рази, а в нижніх шарах (10–20 і 20–30 см) вона зростала в 1,9–2,1 рази порівняно з контролем, що може пояснюватися збільшенням частки фітопатогенних видів.

Досить високу чисельність мікроскопічних грибів в цей період можна пояснити тим фактом, що в саме в цей час ярий ячмінь закінчує вегетацію і до ґрунту

перестають надходити амінокислоти і фізіологічно активні речовини, проте посилюються процеси деструкції зазначених метаболітів кореневої системи, в яких беруть безпосередню участь мікроміцети (Borodkin, 2011).

Таблиця 1

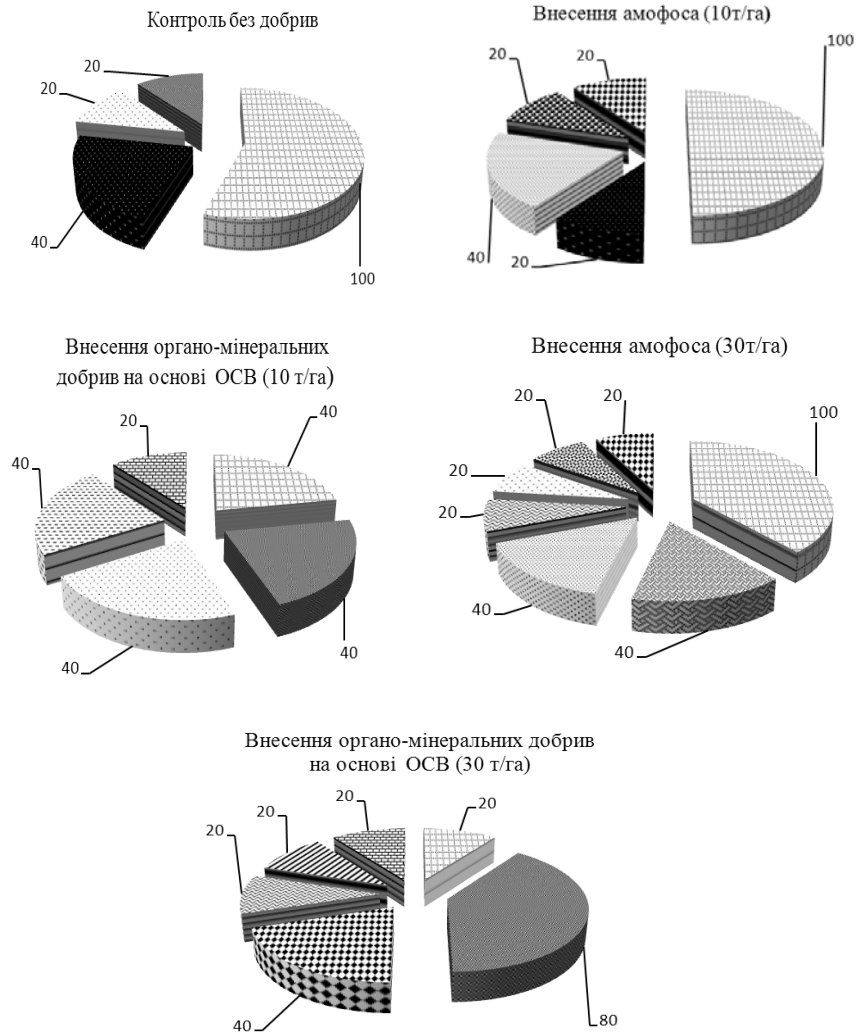
Вплив амофосу та органано-мінеральних добрив на основі осадів стічних вод на чисельність ґрунтових мікроскопічних грибів, тис. КУО/г сухого ґрунту

Глибина відбору проб, см	M±m	V, %	% до контролю	Tst
Контроль без добрив				
0–10	92,1±4,5	11,1	–	–
10–20	76,8±3,9	11,6	–	–
20–30	38,7±2,6	15,2	–	–
Передпосівне внесення амофосу (10 т/га)				
0–10	131,5±3,8	6,5	142,8	6,59
10–20	90,6±4,2	10,4	118,0	2,38
20–30	55,8±2,5	10,1	144,2	4,68
Передпосівне внесення ОМД на основі ОСВ (10 т/га)				
0–10	115,6±11,0	21,3	125,5	1,97
10–20	87,6±2,5	6,5	114,1	2,29
20–30	55,1±3,9	16,1	145,5	3,45
Передпосівне внесення амофосу (30 т/га)				
0–10	220,4±10,5	10,7	239,2	11,19
10–20	147,9±8,9	13,5	192,6	7,25
20–30	82,6±8,6	23,4	213,6	4,86
Передпосівне внесення ОМД на основі ОСВ (30 т/га)				
0–10	145,7±9,0	13,9	158,2	5,27
10–20	105,4±3,3	7,1	137,3	5,51
20–30	63,6±4,7	16,7	164,3	4,59

Із ґрунтів дослідних ділянок виділено і ідентифіковано 13 видів із 10 родів мікроскопічних грибів. Едафотопи ділянок розрізнялися за частотою трапляння мікроскопічних грибів (рисунк). З ґрунту контрольної ділянки виділено та ідентифіковано 4 види мікроскопічних грибів. Домінував *Fusarium oxysporum* (з частотою трапляння 100 %), до субдомінантних належав (з частотою трапляння 40 %) *F. solani*. З ґрунтів з внесенням ОМД на основі ОСВ у мінімальній кількості виділено 5 видів мікроскопічних грибів, проте не було домінантних видів, а до типових частих належали *Mortierella alpina*, *Penicillium vinaceum*, *Aspergillus niger* і *F. oxysporum*. В ґрунтах ділянок з внесенням 30 т/га ОМД на основі ОСВ ідентифіковано 6 видів мікроміцетів. У мікоценозі домінував (з частотою трапляння 80 %) *P. vinaceum*, до субдомінантних (з частотою трапляння 40 %) відносилася *Trichoderma viride*.

З ґрунтів за внесенням 10 т/га амофосу виділено 5 видів мікроскопічних грибів, серед яких домінував *F. oxysporum*, а до типових частих належав *P. expansum*. У ґрунтах дослідних ділянок з внесенням 30 т/га амофосу ідентифіковано 7 видів мікроскопічних грибів. У мікоценозі домінував (з частотою трапляння 100 %) *F. oxysporum*, до типових частих належали (частотою трапляння 40 %) *F. sambucinum* і *P. expansum*.

Деяке збільшення видового різноманіття мікроміцетів на ділянці з внесенням у максимальній кількості амофосу можна пояснити тим, що в ньому міститься 12 % азоту та 52 % фосфору, що є більшим, ніж у осадах стічних вод і сприяє значному надходженню до ґрунтів легкодоступних сполук фосфору і азоту та дозволяє активно розвиватись іншим видам мікроміцетів. Проте слід зазначити, що використання ОМД на основі ОСВ значно знижує в ценозі частоту трапляння *F. oxysporum* – виду, який є фітопатогенним і може завдавати значної шкоди сільськогосподарським рослинам.



Частота трапляння мікроміцетів в ґрунтах дослідних ділянок (%):

- *Aspergillus niger*;
 – *Botrytis cinerea*;
 – *Cladosporium cladosporioides*;
 – *Fusarium oxysporum*;
 – *F. solani*;
 – *F. sambucinum*;
 – *Paecilomyces lilacinus*;
 – *Penicillium vinaceum*;
 – *Penicillium expansum*;
 – *Trichoderma viride*;
 – *Verticillium album*;
 – *Torula herbarum*;
 – *Mortierella alpina*

Відомо, що вивченню структури мікоценозів у різних підтипах чорноземів під посівами сільськогосподарських культур присвячено багато робіт. Н. І. Костюченко встановлено, що в чорноземі звичайному під посівами ріпичи домінували *Penicillium thomii*, *P. nigricans*, *Cladosporium cladosporioides*, *Fusarium solani*, *Verticillium album*, *Aspergillus candidus*, *A. ochraceus* і *Cephalosporium sp.* (Kostuchenko, 2009). У вилуженому чорноземі ценоз мікроміцетів був представлений видами з родів *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Talaromyces* і *Bipolaris*, що показано у роботах А. П. Щербаківа і О. І. Бородини (Sherbacov, 2001; Borodkin, 2011).

Еколого-систематичний аналіз структури ценозу мікроміцетів дослідних ділянок показав, що найбільше їх біорізноманіття спостерігалось у ґрунті за максимального внесення ОМД на основі ОСВ і амофосу. Так, визначення коефіцієнта

подібності Серенсена показало, що найбільш схожими на контрольну ділянку виявилися угруповання мікроміцетів ділянки з внесенням ОМД на основі ОСВ у кількості 10 т/га (табл. 2). Найменш подібним до контролю був ценоз мікроскопічних грибів ділянки за внесення 30 т/га амофосу, тоді як угруповання мікроміцетів ділянок з вмістом амофосу 10 т/га та ОМД основі ОСВ 30 т/га були майже однаково подібними до контролю.

Таблиця 2

**Індекси екологічного різноманіття угруповань мікроміцетів
в едафотопях дослідних ділянок**

Варіант досліджу	Коефіцієнт Серенсена	Індекс Бергера- Паркера	Індекс Сімпсона	Індекс Шеннона
Контроль без добрив	–	3,1	0,60	1,95
Амофос (10 т/га)	0,44	3,6	0,45	2,45
ОМД на основі ОСВ (10 т/га)	0,66	3,4	0,46	2,30
Амофос (30 т/га)	0,36	4,4	0,33	3,00
ОМД на основі ОСВ (30 т/га)	0,40	4,2	0,35	2,75

Про зміни в структурі ценозу мікроміцетів свідчать значення індексу домінування Бергера-Паркера. Найнижчі його значення були отримані для контрольної ділянки, що свідчить про збіднення видового різноманіття угруповань ґрунтових мікроскопічних грибів. Підвищення індексу Бергера-Паркера в 1,3–1,4 рази за внесення амофосу і ОМД на основі ОСВ у максимальній кількості є доказом збільшення видового різноманіття угруповань мікроміцетів, порівняно з контрольною ділянкою.

Подібні результати отримані при розрахунку індексу видового багатства (табл. 2). Так, найвищими значеннями індексу Сімпсона характеризувався ценоз контрольної ділянки, що вказує на наявність невеликої кількості домінуючих видів. Значно нижчими значеннями характеризувались угруповання мікроміцетів дослідних ділянок за внесення 30 т/га амофосу і ОМД на основі ОСВ. Встановлене є доказом більш високого видового різноманіття мікроміцетів у ґрунті цього варіанту дослідів у порівнянні з іншими.

Аналогічні дані отримані при розрахунку індекса Шеннона. Про збіднення видового різноманіття мікроміцетів на контрольній ділянці, в порівнянні з природним ґрунтом, у мікоценозах якого ідентифіковано 17 видів мікроскопічних грибів (Korinovskaya, 2012), вказують найнижчі значення індексу. Найвищі значення показника були отримані на ділянках з внесенням амофосу та ОМД на основі ОСВ у максимальній кількості, що свідчить про зростання різноманіття видового складу мікроміцетів.

Таким чином, внесення в ґрунт амофосу і ОМД на основі ОСВ збільшує чисельність та видове різноманіття ґрунтових мікроміцетів. Проте, використання ОМД на основі ОСВ значно знижує частоту трапляння *F. oxysporum*, який є фітопатогенним видом і збудником кореневої гнилі у рослин.

Робота виконана в рамках проекту № 36 «Транслокація важких металів і фтору в системі «ґрунт-рослина» і підвищення стійкості рослин при дії абіотичних чинників» цільової комплексної міждисциплінарної програми наукових досліджень НАН України з проблем стійкого розвитку, раціонального природокористування і збереження довкілля.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Borodkin, O., 2011.** Formirovaniye mikrobnogo soobshchestva i fungistazisa chernozema vyshchelochennogo v usloviyakh agrofytotsenozov [Forming of microbial association and fungistasis black earth lixiviated in the conditions of agrofytocenosis], Dissertation for the degree of candidate of biological sciences, Voronezh (in Russian).
- Collins, C. H., Lyne, P. M., Grange, J. M., 2004.** Microbiological methods. Arnold, a member of the Hodder Headline Group, London, 456 p.

Domsh, K. H., Gams, W., Andersen, T. H., 2007. Compendium of soil fungi. IHW-Verlag, Eching, 672 p.

Korinovskaya, O. N., Gryshko, V. M., 2012. Zagalna kharakteristika chisel'nosti ta vidovogo skladu mikromitsetiv v gruntakh zabrudnenikh spolukami vazhkykh metaliv [General characteristic of micromycetes quantity and specific composition in soils polluted by heavy metals compounds], Biological systems. Scientific announcer of the Chernivtsi university, 2 (4), 176–179 (in Ukrainian).

Kramarova, Y., 2012. Yekologo-gigienichne obgruntuvannya zastosuvannya organo-mineralnykh dobriv, otrimanikh iz osadiv miskykh stichnykh vod [Ecologo-hygienical ground of application of organomineral fertilizers, sewage got from the fallouts of municipal], Dissertation for the degree of candidate of medical sciences, Kyiv (in Ukrainian).

Kramarova, Y., Shevchenko, O., 2010. Yekologo-gigienichni aspekty utilizatsii osadiv miskykh stichnykh vod [Ecologo-hygienical aspects of utilization of fallouts of municipal sewage], Announcer of hygiene and toxicology, 14 (1), 12–15 (in Ukrainian).

Kurakov, A., 2001. Metody vydeleniya i kharakteristiki kompleksa mikroskopicheskikh gribov nazemnykh ekosistem [Methods of selection and description of complex of microfungi of surface ecosystems], MAKSPres, Moscow (in Russian).

Malinina, M., 2012. Izmeneniye raspredeleniya khimicheskikh elementov v profile demovo-podzolistoy pochvy posle dlitel'nogo primeneniya osadkov stochnykh vod [Change of distribution of chemical elements in the profile of sod-podzolic soil after the protracted application of fallouts of sewage], Eurasian Soil Science, 12, 1269–1277 (in Russian).

Meggaran, E., 1992. Ekologicheskoye raznoobrazie i yego izmereniye [Ecological variety and his measuring], World, Moscow (in Russian).

Merzlaya, G., 2005. Ispolzovaniye organicheskikh otkhodov v selskom khozyaystve [Utilization of organic wastes in agriculture], Russian chemical magazine, 3, 48–53 (in Russian).

Orazova, M., Polyanskaya, L., Zvyagintsev, D., 1999. Struktura mikrobnogo kompleksa v prikornevoy zone yachmenya [A structure of microbial complex in the rhizosphere of barley], Microbiology, 68 (1), 127–133 (in Russian).

Pchinova, T., 2009. Ekologicheskaya otsenka stochnykh vod g. Dimitrovgrada i effektivnost

pochvennogo razmeshcheniya ikh osadkov v kachestve udobreniya [Ecological estimation of sewage Dimitrovgrada and efficiency of the soil placing of their fallouts as a fertilizer], Dissertation for the degree of candidate of biological sciences, Ulyanovsk (in Russian).

Plexanova, I., Bambusheva, B., 2009. Monitoring soderzhaniya tyazhelykh metallov v agrodernovo-podzolistykh pochvakh vostochnogo Podmoskovya, zagryaznennykh v rezultate primeneniya osadkov stochnykh vod [Monitoring of maintenance of heavy metals in agrodernovo-podzolic soils of east Moscow Suburbs, muddy as a result of application fallouts of sewage], Problems of agricultural chemistry and ecology, 3, 27–34 (in Russian).

Samson, R. A., Pitt, J. I., 1990. Modern concept in *Penicillium* and *Aspergillus* classification. Plenum Press., New York. 460 p.

Saruhan, V., Gul, I., Aydin, I. 2010. The effects of sewage sludge used as fertilizer on agronomic and chemical features of bird's foot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) and soil pollution. Sci. Res. and Ess. 5(17), 2567–2573.

Sherbacov, A., Svistova, I., Malixsna, N., 2001. Agroekologicheskii biomonitoring: vliyaniye udobreniy na strukturu kompleksa mikromitsetov chernozema [Agroecology biomonitoring: influence of fertilizers on the structure of complex of micromycetes black earth], Announcer BGU. Series are chemistry, biology Series are chemistry, biology, 2, 168–171 (in Russian).

Yakist gruntu. Vidbirannya prob: DSTU 4287: 2004 – Chinniy ot 2005-01-01 [Quality of soil. Taking away of tests : DSTU of 4287:2004 – Operating from 2005-01-01], Stateconsstandard of Ukraine, Kyiv (National standards of Ukraine).

Zvyagintsev, D. G., 1991. Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimii [Methods of Soil Microbiology and Biochemistry], Moscow State University, Moscow (in Russian).

Kostuchenko, N., 2009. Riznomanittya mikromitsetiv korenevoi zoni ritsini v umovakh Pivdenного Skhodu Ukraini [A variety of micromycetes of root area of castor oil is in the conditions of Southeast of Ukraine], Announcer of the Zaporizhzhya national university. Series Biology, 1, 9–15 (in Ukrainian).

Kostuchenko, N., 2010. Riznomanittya mikromitsetiv gruntiv agrotsenoziv oliynykh kultur v umovakh pivdenного skhodu Ukraini [Variety of micromycetes soils of agrocoenosis of oil-bearing cultures in the conditions of southeast of Ukraine], Dissertation for the degree of candidate of biological sciences, Kyiv (in Ukrainian).

Стаття надійшла в редакцію: 23.01.2015

Рекомендує до друку: д-р біол. наук, проф. В. М. Зверковський

GENESIS OF SOILS



S. V. Kanivets 

Cand. Sci. (Agri.), Sen. Res. Sci.

UDK 631.444;445

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

THE EVOLUTION OF PODZOLIZED AND REGRADED CHERNOZEMS IN EASTERN UPLAND WOODED STEPPE OF UKRAINE AND THE WAYS OF THEIR DEVELOPMENT

Abstract. It is indicated that podzolized and regarded chernozems in moderately humid and arid zones of Left-bank Wooded steppe with HTC 1,2–1,0 (within the valleys of the Sula and Oskil rivers) occur in high watersheds along right bedrock banks of the valleys, adjoining or being included into wooded refugiums. Being formed by the grove biogeocenosis, they have high rates of fertility. The morphological research of natural podzolized chernozems profiles showed, that the upper humus slightly-eluviated horizon, densely interweaved by roots, has coarse agronomically valuable structure, loose composition, dark-grey colour, that indicates high content of humus. It is mostly favoured by the biologically active, rich in calcium ground litter and the pristinity of soil texture. The general capacity of the humus profile is not less than 100 cm. While brining natural soils into tillage some changes of soil development conditions arise. They are: hydrothermic conditions, secondary carbonate enrichment (regradation), loosening of illuvial horizon. Under mechanical tillage the granular structure changes into a pulverescent and cloddy one, the topsoil becomes lighter because of humus loss, though the humus profile becomes 10–20 cm deeper. The analytical results indicate the sufficient differences in physicochemical and agrochemical characteristics between forest podzolized chernozems and their regraded analogs in tillage. Natural soils contain 5,7–6,5 % of humus in upper 0–35 cm layer, and up to 10,0 % in 0–15 cm layer. They also have considerable resources of hydrolyzable nitrogen. In agrogenic soils the humus content is up to 3,6 %. The humus is of a humate type both in podzolized and regarded soils. The smallest proportion of $C_{h.a.}/C_{f.a.}$ is in the lower layer of humus eluviated horizon of forest soils. The level of humus loss by agrogenic soils in humus slightly-eluviated layer fluctuates from 37 % to 44 %. Dark-grey and grey forest soils lose more than half of humus content, typical chernozems – nearly 30 %, ordinary chernozems – 20 %. Regraded analogs are inferior according to the hydrolyzable nitrogen content. Positive evolutionary changes in tillage, such as acidity reduction, bases saturation growth, illuvium destruction, didn't yield expected results – resistance to degradation processes. For the development of agrogenic soils it is necessary to implement flexible complex systems of husbandry with minimal intensity of tillage, adapted to the landscape, bringing the culture of husbandry closer to natural conditions. Promising is the implementation of soil protection technologies with the maximum use of freak produce of plant growing. The integrity of soil composition and biologically active layer of mulch create the

 Tel.: +38098-930-07-85. E-mail: S.V.kanivets@gmail.com

DOI: 10.15421/041509

conditions, close to virgin ones, that lead to the transition of soil to natural non-degradation conditions without losing its productive functions.

Key words: *podzolized chernozem, regradated chernozem, soil evolution, soil degradation, humus.*

УДК 631.444;445

С. В. Канивец

канд. с.-х. наук, стар. науч. сотр.

Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии им. А. Н. Соколовского», ул. Чайковская, 4, г. Харьков, Украина, 61024, тел.: +38098-930-07-85, e-mail: S.V.kanivets@gmail.com

ЭВОЛЮЦИЯ ОПОДЗОЛЕННЫХ И РЕГРАДИРОВАННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ВОСТОЧНОЙ ВОЗВЫШЕННОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ И ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ

Аннотация. Показано, что черноземы, сформированные биогеоценозами дубрав умеренно влажной и умеренно засушливой Лесостепи, имеют высокие показатели плодородия – содержание гумуса в верхнем слое 0–35 см находится на уровне 5,7–6,5 %, значительный ресурс легкогидролизованного азота, отличная крупнозернистая структура, рыхлое сложение. При введении лесных почв в пашню резко изменяются условия почвообразования, в частности режим аэрации, гидротермический режим, протекает вторичное глубинное окарбоначивание (реградация), снижается кислотность, возрастает насыщенность основаниями, разрыхляется илювий, но эти положительные эволюционные преобразования не дают ожидаемого результата – устойчивости к процессам деградации. Под влиянием традиционных систем земледелия потери гумуса в пахотном слое достигают 44 %, значительно уменьшается содержание легкогидролизованного азота, протекает деструктуризация. Для улучшения агрогенных реградированных почв рекомендуются системы земледелия, адаптированные к ландшафту, ориентированные на минимизированную и комбинированную обработку почв, образование мульчи, формируя, таким образом, условия почвообразования, приближенные к природным.

Ключевые слова: *чернозем оподзоленный, чернозем реградированный, эволюция почв, деградация почв, гумус.*

УДК 631.4

С. В. Канівець

канд. с.-г. наук, стар. наук. співр.

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського», вул. Чайковська, 4, м. Харків, Україна, 61024, тел.: +38098-930-07-85, e-mail: S.V.kanivets@gmail.com

ЕВОЛЮЦІЯ ОПІДЗОЛЕНИХ І РЕГРАДОВАНИХ ЧОРНОЗЕМІВ СХІДНОГО ВИСОЧИННОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ ПОЛІПШЕННЯ

Анотация. Показано, що чорноземи, сформовані біогеоценозами дібров помірно вологого та помірно посушливого Лісостепу, мають високі показники родючості – вміст гумусу у верхньому шарі 0–35 см знаходиться на рівні 5,7–6,5 %, мають значний ресурс азоту, що легко гідролізується, відмінну великозернисту структуру, пухку будову тощо. При введенні цих ґрунтів у рілля різко змінюються умови ґрунтотворення, зокрема режим аерації, гідротермічний режим, протікає вторинне глибинне окарбоначення (реградація), знижується кислотність, зростає насиченість на основи, розрихлюється ілювій. Проте, позитивні еволюційні перетворення, пов'язані з реградацією, не дають очікуваного результату – стійкості до процесів деградації. Під впливом традиційних систем рільництва втрати гумусу в орному шарі досягають 44 %, значно зменшується вміст азоту, що легко гідролізується, протікає деструктуризація тощо. Для поліпшення агрогенних реградованих ґрунтів рекомендуються системи землеробства, адаптовані до ландшафту, орієнтовані на мінімалізований та комбінований обробіток ґрунту, утворення мульчі, формуючи умови ґрунтотворення, наближені до природних.

Ключові слова: *чорнозем опідзолений, чорнозем реградований, еволюція ґрунту, деградація ґрунту, гумус.*

ВСТУП

За нашими спостереженнями і результатами досліджень М. М. Шилякіна (Sheljakín, 1971), В. Б. Солов'я та ін. (Solovej et al., 2013) чорноземи опідзолені і реградовані у помірно зволожений і посушливій частинах Лівобережного Лісостепу (у межах між долинами рр. Сули і Осколу) залягають на високих вододілах, уздовж правих корінних берегів долин рік, примикаючи або входячи до складу лісових рефугіумів. Зараз ці ділянки характеризуються найбільш вологими показниками відносно навколишніх земель зазначеної підзони з ГТК 1,2–1,0. Тут широколистяні дібровні ліси наступали у минулому на лучно-степові чорноземи, формуючи чорноземи опідзолені і слабореградовані. Біогеоценози дібров, забезпечували замкнутий колообіг біогенних елементів, акумуляцію гумусу, утворення оптимальної структури, максимальну стійкість до ерозії, формуючи ґрунти з високими показниками родючості. Це підтверджується нашими попередніми дослідженнями сірих і темно-сірих лісових ґрунтів зазначеного регіону (Kanivets et al., 2010, 2011). Проте, з освоєнням лісових ґрунтів під землеробство вони деградують, втрачають більше половини гумусу, велику кількість азоту, сильно руйнується агрономічно цінна структура верхнього шару.

Деградація ґрунтів при введенні у рілля має всеохоплюючу закономірність. Відомо, що вона протікає і у чорноземах типових та звичайних, сформованих під трав'яною рослинністю. Як свідчать аналітичні огляди літератури І. А. Крупенікова (Krupenikov, 2010), С. А. Краснікова та ін. (Krasnikov et al., 1988), за 100 років (з 1881 р. по 1981 р.) чорноземи типові у Курській та Харківській областях втратили 21–36 % гумусу. Вміст гумусу в орному шарі знизився з 7–10 % до 4–7 %. Втрати гумусу відбулися в усій чорноземній смузі від Молдови до Саратовської обл. Чорноземи опідзолені і реградовані у цьому відношенні недостатньо вивчені, що спонукало нас до відповідних досліджень.

Негативні еволюційні зміни у ґрунтах відбуваються у результаті недосконалого рільництва. Тому, для створення раціональних систем землеробства на таких ґрунтах необхідні детальні дослідження, зокрема, на лісових опідзолених чорноземах та їх аналогах у ріллі – чорноземах середньореградованих, яким і присвячена запропонована публікація.

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Досліджувались чорноземи опідзолені важкосуглинкові і легкоглинисті на лесах під дібровами та їх реградовані аналоги у ріллі, у межах Харківської області. Парні розрізи (Р) та свердловини (С) закладались у лісі і ріллі, за однаковим рельєфом, на відстані не менше 100 м від узлісся, в умовах Східного височинного Лісостепу. Ліси – широколистяні з домінуванням дуба, включають липу, клен, ясен, в'яз, мають розріджений трав'яний покрив, деревостан переважно 1–2 класу бонітету. Розрізи 1 і 2, 3 і 4 закладено на високому західному корінному березі долини р. Уди, поблизу сс. Орішанка і Цапівка Золочівського р-ну, на висотах 203–207 м н.р.м. і 210–215 м н.р.м. відповідно; розрізи 5 і 6 – на високому правому корінному березі долини р. Сіверський Донець – с. Бражківка Ізюмського р-ну – 190–195 м н.р.м.; свердловини 1 і 2 пройдені на високому корінному плато вододілу рр. Уди і Мжа – с. Яковлівка Харківського р-ну – 192–195 м н.р.м.; свердловини 3 і 4 – на високому правому корінному березі долини р. Коломак – с. Олексіївка Краснокутського р-ну. Ґрунтові зразки відібрані у період 2011–2014 рр. У розрізах вони відбиралися з характерної частини кожного генетичного горизонту профілю. До глибини 60 см їх відбирали з чотирьох точок копання (розріз + 3 прикопки), у свердловинах – у верхніх горизонтах 0–15 см і 20–35 см, нижче – через 20 см до глибини 100 см, з чотирьох свердловин. У таблиці представлені середні дані. При виборі місць досліджень користувалися матеріалами суцільного великомасштабного обстеження ґрунтів України 1957–1961 рр. і наступного їх корегування та уточнювалися у польових умовах.

Аналізи зразків ґрунтів проведено стандартними методами в лабораторіях ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О. Н. Соколовського» (гранулометричний склад і груповий склад гумусу) та Харківської філії ДУ «Держґрунтохорона» (агрохімічні і фізико-хімічні показники).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Морфологічне обстеження профілів природних чорноземів опідзолених, які виникли за відомою схемою С. І. Коржинського (Korzhinskij, 1887) і Н. Б. Вернандер (Vernander, 1963) показало, що верхній гумусовий слабоелювійований горизонт густо переплетений корінням, має великозернисту агрономічно цінну структуру, пухку будову, темно-сіре забарвлення, яке свідчить про достатньо високий вміст гумусу, потужність гумусованого профілю не менше 100 см. У великій мірі цьому сприяє біологічно активна, багата на кальцій лісова підстилка і незайманість будови ґрунту. Агрогенні аналоги суттєво деградували. Відмінні фізичні показники, віками набуті під дібровами, у значній мірі втрачено. Під дією механічного обробітку зерниста структура перетворилася на порохувато-грудочкувату, орний шар значно посвітлішав, що свідчить про втрату гумусу, але глибина гумусованості профілю зросла на 10–20 см. За нашими дослідженнями останнє вказує на регулярне неповне використання продуктивної вологи у ріллі, на відміну від дібров, де потужна деревна рослинність вибирає усю доступну вологу навіть з глибоких горизонтів ґрунту. Розподіл вмісту фізичної глини по профілю, як опідзолених, так і розораних реградованих ґрунтів вказує на чітку їх диференційованість за елювіально-ілювіальним типом (таблиця). Проте морфологічні прояви останньої мають тільки лісові ґрунти. У агрогенних ґрунтах процес вторинного окарбоначення повністю зруйнував ущільнений ілювіальний горизонт.

Аналітичні дані (таблиця) свідчать про суттєву різницю фізико-хімічних і агрохімічних показників між чорноземами опідзоленими під дібровами та їх реградованими аналогами у ріллі. Загалом, останні поступаються за вмістом гумусу і азоту, що легко гідролізується. Вражає рівень втрат вмісту гумусу агрогенними ґрунтами у гумусовому слабоелювійованому шарі – від 37 до 44 %. Але, як вище згадувалося, темно-сірі і сірі лісові ґрунти втрачають ще більше гумусу, а чорноземи типові – лише близько 30 %. Виключенням є розріз 6 із втратами гумусу 21 %, але він розташований у більш посушливих умовах, як і чорноземи звичайні глибокі з втратами близько 20 %, і має легкоглинистий гранулометричний склад. Гумус належить до гуматного типу – що в опідзолених ґрунтах, що у реградованих. Найвужче співвідношення $S_{г.к.}/C_{ф.к.}$ спостерігається у нижньому шарі гумусового елювійованого горизонту лісових ґрунтів, у розорюваних ґрунтах воно значно зростає. На полях, де культура землеробства на високому рівні, агрогенні ґрунти містять більше рухомих сполук фосфору і калію, порівняно з природними аналогами. Привертає увагу і така особливість ґрунтів під дібровами: у верхньому шарі 0–15 см дуже висока акумуляція гумусу – до 10,0 %, потужний ресурс поживних речовин та ідеальні фізичні якості. Крім того, у лісових ґрунтах спостерігається накопичення фосфатів на глибині 80–100 см. Подібне явище нами виявлено в чорноземах вилужених поліського Опілля, менш виражено воно у сірих і темно-сірих опідзолених ґрунтах (Kanivets et al., 2010; Kanivets, 2011). Судячи зі значень $pH_{сол.}$, Hg і значній ненасиченості на основі, ґрунти, за винятком Р6 і С2, мають кислу реакцію ґрунтового середовища, хоча $pH_{вод.}$ у всіх ґрунтах на рівні нейтрального і близького до нейтрального.

У минулому поліпшення лісових агрогенних ґрунтів проводили шляхом нейтралізації кислотності вапняковими матеріалами, внесенням органічних добрив та відведенням значних площ у трав'яно-зернові сівозміни. Це давало певні результати, однак аналіз наведених у таблиці даних і морфологічні дослідження свідчать про наявність посилених деградаційних процесів у агрогенних реградованих ґрунтах, зокрема, їх високу дегуміфікацію.

Головні показники властивостей чорноземних лісових ґрунтів

Генетичний горизонт	Глибина, см	Фізична глина, <0,01 мм, %	Гумус, %	Сг.к/Сф.к	Обмінні катіони		Гідролітична кислотність	Насиченість на Ca ²⁺ +Mg ²⁺ , %	рНсол.	рНвод.	Рухомі		
					Ca ²⁺	Mg ²⁺					P ₂ O ₅	K ₂ O	N гідр.
					мг-екв/100г грунту						мг/кг грунту		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Р 1. Чорнозем опідзолений важкосуглинковий (діброва), с. Орішанка, Золочівський р-н													
Hde	0–16	51,9	9,2	2,9	20,2	3,7	6,97	77,3	4,9	5,9	102	179	260
He	25–35	55,1	3,7	1,7	14,7	2,7	5,14	77,3	4,9	6,2	98	78	91
середнє	0–35	53,5	6,5	2,4	17,5	3,2	6,06	77,3	4,9	6,0	100	129	176
Hpe	50–60	57,6	2,5	–	14,7	2,9	5,14	77,5	4,6	6,0	75	63	63
Ph	80–90	57,7	1,1	–	14,3	2,1	3,68	81,6	4,5	5,9	112	57	46
Р 2. Чорнозем слабо реградований важкосуглинковий (рілля), с. Орішанка, Золочівський р-н													
He	0–15	52,3	3,8	2,9	18,9	3,5	2,74	89,2	5,4	6,4	120	143	120
He	25–35	53,1	3,5	3,9	20,0	3,1	2,21	91,3	5,6	6,4	124	130	112
середнє	0–35	52,2	3,7	3,4	19,5	3,3	2,48	90,3	5,5	6,4	122	136	116
Hpe	50–60	60,1	2,5	–	19,7	2,4	2,16	90,9	5,7	7,0	67	49	75
Phi/k	78–88	57,7	1,3	–	20,8	2,0	0,78	96,6	6,1	7,4	71	51	56
Р 3. Чорнозем опідзолений важкосуглинковий (діброва), с. Цапівка, Золочівський р-н													
Hde	0–16	50,9	9,1	2,7	19,6	3,3	5,25	81,2	5,4	6,3	133	159	205
He	25–35	52,6	3,7	1,5	18,4	2,7	2,80	88,3	5,5	6,7	75	93	97
середнє	0–35	51,7	6,4	2,1	19,0	3,1	4,03	85,4	5,5	6,5	104	126	151
Hpi	50–60	57,3	1,8	–	17,2	2,7	2,52	88,8	5,4	6,7	70	40	56
Ph	80–90	58,1	1,1	–	16,7	2,7	1,60	92,4	5,5	7,0	80	39	42
Р 4. Чорнозем слабореградований важкосуглинковий (рілля), с. Цапівка, Золочівський р-н													
He	0–16	52,5	3,7	3,2	16,5	2,8	1,98	90,6	5,3	6,2	151	130	103
Hpe	25–35	53,6	3,5	3,3	21,5	2,1	0,95	95,6	5,6	6,8	145	110	92
середнє	0–35	53,0	3,6	3,3	19,0	2,5	1,47	93,1	5,5	6,5	148	120	98
HPi	50–60	57,9	2,4	–	18,4	1,5	0,75	96,1	5,7	6,9	90	56	81
Phk	80–90	58,0	1,5	–	–	–	–	–	6,1	7,5	77	58	50
Р 5. Чорнозем опідзолений легкоглинистий (діброва) с. Бражківка, Ізюмський р-н													
He	0–15	57,3	7,8	2,8	28,3	3,9	4,23	88,5	5,5	6,1	185	205	210
He	25–35	60,2	3,6	1,4	14,9	2,1	3,79	81,7	4,9	6,1	150	108	95
середнє	0–35	58,7	5,7	2,1	21,6	3,0	4,01	85,1	5,2	6,1	168	156	153
Hpi	41–68	63,4	2,3	–	22,9	2,5	3,40	88,2	4,7	5,7	120	70	75
Phi	69–98	59,4	0,8	–	21,0	2,7	3,05	88,8	4,4	5,6	147	54	53
Р 6. Чорнозем середньореградований легкоглинистий (рілля) с. Бражківка, Ізюмський р-н													
H(e)	0–15	57,1	4,5	3,5	38,7	3,1	2,21	95,0	5,8	6,3	126	135	127
H(e)	25–35	58,9	4,5	3,7	37,9	3,0	2,21	94,9	5,7	6,5	130	118	131
середнє	0–35	58,0	4,5	3,6	38,3	3,0	2,21	95,0	5,8	6,4	128	126	129
Hr(i)	41–67	62,5	3,6	–	31,0	1,8	1,78	94,8	5,8	6,6	99	71	87
Ph(i)/к	68–98	62,6	2,6	–	–	–	–	–	6,8	7,5	78	67	63
С 1. Чорнозем опідзолений важкосуглинковий (діброва), с. Яковлівка, Харківський р-н													
–	0–15	–	10,0	3,0	20,9	3,2	5,43	82,7	5,5	6,4	152	169	224
–	20–35	–	2,6	1,6	18,4	3,2	4,80	81,8	5,2	6,0	78	45	108
середнє	0–35	–	6,3	2,3	19,6	3,2	5,12	82,3	5,3	6,2	115	107	166
–	40–60	–	2,1	–	18,5	2,9	3,82	84,9	5,2	6,3	62	45	75
–	60–80	–	1,2	–	17,7	2,7	2,60	88,7	5,1	6,3	59	36	53
–	80–100	–	1,1	–	18,0	2,7	2,50	89,2	5,1	6,2	72	46	21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
С 2. Чорнозем середньореградований важкосуглинковий (рілля), с. Яковлівка, Харківський р-н													
–	0–15	–	3,6	3,3	19,9	3,3	1,74	93,2	5,6	67	93	133	98
–	20–35	–	3,6	3,6	19,5	3,1	1,21	95,0	5,6	67	87	73	90
середнє	0–35	–	3,6	3,5	19,7	3,2	1,47	94,1	5,6	67	90	103	94
–	40–60	–	2,9	–	19,7	2,7	1,16	94,9	5,8	70	61	36	77
–	60–80	–	2,1	–	20,0	2,7	0,78	96,6	5,9	75	34	32	59
С 3. Чорнозем опідзолений важкосуглинковий (діброва), с. Олексіївка, Краснокутський р-н													
–	0–15	–	9,1	2,5	19,2	2,7	6,42	77,4	5,3	62	127	143	215
–	20–35	–	2,7	1,6	15,5	2,5	5,14	77,9	5,3	62	80	55	91
середнє	0–35	–	5,9	2,1	17,4	2,6	5,78	77,5	5,3	62	103	99	153
–	40–60	–	2,4	–	15,5	2,5	4,54	81,8	5,2	60	64	52	67
–	60–80	–	1,6	–	14,9	2,1	3,68	82,1	5,1	57	66	40	56
–	80–100	–	0,9	–	14,8	2,3	2,87	85,5	4,9	57	75	53	21
С 4. Чорнозем середньореградований важкосуглинковий (рілля), с. Олексіївка, Краснокутський р-н													
–	0–15	–	3,7	3,1	16,5	2,8	1,98	90,6	5,5	70	120	172	110
–	20–35	–	3,7	3,5	21,5	2,1	1,95	92,2	5,5	66	97	142	92
середнє	0–35	–	3,7	3,3	19,0	2,4	1,97	91,3	5,5	6,8	108	156	101
–	40–60	–	2,5	–	18,4	2,5	1,75	92,1	5,8	–	56	84	75
–	60–80	–	2,2	–	20,1	2,3	0,63	97,4	6,7	–	51	35	66

Відомо, що найбільші втрати гумусу ґрунти зазнають від ерозії (середньорічні втрати 1,6 т/га) та недостатньої компенсації агроходами поточних витрат гумусу на мінералізацію (середньорічні втрати 0,6 т/га, Krasnikov et al., 1988). Але ж ні у кого не виникає сумніву, що ці чинники впливають на усі ґрунти, задіяні у ріллі. Проте, у чорноземах звичайних і типових втрати гумусу значно менші, на рівні 20 % і 30 % відповідно. Вочевидь, що агрогенні реградовані ґрунти у процесі еволюції зазнали більш потужного стресу від різкої зміни умов ґрунтоутворення. Гумус, сформований під дібровами, виявився менш стійким до підвищеної аерації внаслідок механічного перемішування верхнього шару.

Безумовно, такий стан агрогенних реградованих ґрунтів, не лише чорноземів, а ще у більшій мірі сірих і темно-сірих опідзолених ґрунтів, не може не привернути уваги. Тут технології у рослинництві повинні мати свої особливості, аби припинити подальшу деградацію ґрунтів та забезпечити розширене відтворення їх родючості. Необхідно розробляти гнучкі комплексні проекти систем землеробства із застосуванням відповідних доз мінеральних і органічних добрив, а у разі потреби і хімічних меліорантів. Загальною тенденцією має бути зниження інтенсивності обробітки ґрунту, використання комбінованих агрегатів, які за один прохід трактора одночасно виконують кілька окремих операцій. Спостерігаючи за впливом технологій вирощування сільськогосподарських культур на негативні зміни агрономічної якості ґрунту, потрібно вчасно вносити корективи, наближаючи землеробську культуру до умов, які створюють цілинні біоценози.

За численними літературними повідомленнями, перспективним заходом є запровадження у землеробство технологій на кшталт No-Till, що використовується за будь-яких ґрунтово-кліматичних та господарських умов і вже через 10–15 років забезпечує перехід ґрунту на природний бездеградаційний режим, не втративши своїх продуктивних функцій. Цілісність будови ґрунту та біологічно активний шар мульчі із пожнивних решток і побічних продуктів рослинництва створюють умови, подібні цілиним лісовим ґрунтам, на що нами вже зверталась увага (Kanivets et al., 2010, 2011). Вказується також і на ускладнення у запровадженні No-Till та недостатні науково-практичні дослідження відносно нульового обробітку ґрунтів у Східному Лісостепу України.

За кризового стану ґрунтів корисним буде і заліснення певних територій. У минулому великі лісові масиви вкривали праві корінні береги долин річок, борову терасу,

частково заплаву. Вони захищали Полтавську та Харківську височинні території від холодних північних та сухих східних вітрів, поліпшували клімат. Природною пам'яткою лісостепових лісів є великий Харківський багатокутний рефугіум сірих, темно-сірих і чорноземних агрогенних ґрунтів різного ступеню реґрадованості.

ВИСНОВКИ

В умовах Лівобережного височинного помірно вологого і помірно посушливого Лісостепу України біогеоценози дібров формують чорноземи з показниками високої родючості – вміст гумусу у верхньому шарі 0–35 см 5,7–6,5 %, пухка будова, великозерниста структура, достатній ресурс азоту, що легко гідролізується, а також достатній вміст рухомих калію і фосфору. На таких ґрунтах зростають ліси 1–2 класу бонітету.

Традиційні системи рільництва не гарантують захист лісових агрогенних і реґрадованих чорноземів від деградації. Протікає деструктуризація, а втрати гумусу і азоту цими ґрунтами набагато перевищують втрати чорноземами агрогенними типовими і звичайними, сягаючи 37–44 %. Для відновлення родючості таких ґрунтів необхідно запроваджувати системи землеробства, адаптовані до ландшафту, орієнтовані на мінімалізований, комбінований обробіток, утворення мультчі, формуючи таким чином умови ґрунтоутворення, наближені до природних.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Vernander, N. B., 1963.** Proiskhozhdenie i svoystva serykh lesnykh pochv zapadnoj chasti USSR [Origin and features of grey forest soils of the western part of the USSR], Research in the sphere of soils genesis, Moscow (in Russian).
- Kanivets, S. V., Hlushko, T. S., Derevianko, L. M., 2010.** Zminy vlastyvostey temno-sirykh slaborehradovanykh gruntiv pid vplyvom vikovoho vykorystannia u rilli [Changes of dark-grey slightly regarded soils' features influenced by ages of exploitation as tillage], Agroecological journal, 2, 59–63 (in Ukrainian).
- Kanivets, S. V., Korostin, O. V., Voronko, L. Yu. et al., 2011.** Siryy slaborehradovanyy grunt Kharkivskoi vysochyanoi rozchlenovanoi rivnyny iak obekt monitorynhu [Grey slightly regarded soil of upland separated plain as an object of monitoring], Scientific journal of Kharkiv national agrarian university. Seria Soil science, agrochemistry, farming, forestry, 1, 87–91 (in Ukrainian).
- Kanivets, S. V., 2011.** Mobilizatsiia fosfativ v ohleenykh horyzontakh chornozemnykh gruntiv Opillia [Phosphates mobilization in gleized horizons of chernozem soils of Opillia], Agrarian science journal, 1, 20–23 (in Ukrainian).
- Korzhinskij, S. I., 1887.** Predvaritelnyy otchet o pochvennykh i geibotanicheskikh issledovaniakh 1886 g. v. gub. Kazanskoj, Samarskoj, Ufimskoj, Permskoj i Viatskoj [Preliminary report about soil and geobotanical research 1886 in Kazan, Samara, Ufa, Perm and Vjatka provinces], Works of naturalists' society at Kazan university, 16, 6 (in Russian).
- Krasnikov, S. A., Gurev, B. P., Cibul'ko, V. S. et al., 1988.** Nauchno obosnovannaia sistema zemledeliai Kharkovskoj oblasti [Science-based system of husbandry in Kharkov region], Oblpoligrafizdat, Kharkov (in Russian).
- Krupenikov, I. A., 2008.** Chernozemy. Vozniknovenie, sovershenstvo, tragediia degradatsii, puti okhrany i vozrozhdeniia [Chernozems. Origin, perfection, tragedy of degradation, ways of protection and revival], Academy of Sciences of Moldova, Research Institute of Soil Science, Agrochemistry and Soil Protection named after Nicolae Dimo, Chisinau (in Russian).
- Solovej, V. B., Belevic, I. I., Zalavskij, Ju. V., 2013.** Geografiia, svoystva i plodorodie chernozemov opodzolennykh yugo-zapadnykh otrogov Srednerusskoj vozvyshechnosti [Geography, features and fertility of podzolized chernozems on south-western branches of Central Russian Upland], International scientific conference materials – Current state of chernozems, Rostov-na-Donu, 282–285 (in Russian).
- Sheljakin, N. M., 1971.** Regradirovannye pochvy Levoberezhnoj Lesostepi USSR, ikh geneticheskaja i agronomicheskaja kharakteristika [Regraded soils of Left-bank wooded steppe of the USSR, their genetic and agronomic characteristics], Author's abstract thesis of Candidate of agricultural sciences: 06.532 – Soil Science (in Russian).

Стаття надійшла в редакцію: 20.04.2015

Рекомендує до друку: д-р с.-г. наук, проф. А. В. Боговін

FOREST HYDROLOGY



O. V. Kotovych  Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof.

UDK 630*416

*Oles Honchar Dnipropetrovsk National University,
Gagarin ave, 72, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010*

ENVIRONMENTAL HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF GROUNDWATER IN DNIEPER PRYSAMARYA AS STATE INDICATOR OF REFERENCE AND DESTRUCTIVE BIOGEOCENOSES

Abstract. In the paper, there is a characteristic of hydrochemical properties of the groundwater lying within the river valley of Samara Dniprovsk, on the steppe plakor areas, under the automorphic soils and the water of the Samara River. In characterizing of the hydrochemical properties of the groundwater the author came from the fact that the groundwater, according to the previous studies (Kotovich, 2010, 2014), with varying degrees of share participation, is an integral part of the water balance of forest ecosystems and used by the wood vegetation.

Based on the landscape principle of groundwater formation there are those that lie within the valley of the river Samara, as well as the groundwater of steppe plain regions with automorphic soils and areas with developed gullies and ravines. The groundwater of the river valley for its hydrochemical properties is not homogeneous, and there is a clear binding of hydrochemical indicators to the main geomorphological elements with typical for them soil cover.

It was established that the groundwater of flood plain lying directly in the area of undermining near the town of Ternivka is the most mineralized – 1928 mg/dm³, due to slow water exchange with surface water because of sedimentation of the surface. Out of the influence of undermining zone the floodplain groundwater do not differ from the zonal groundwater; its mineralization is 1560–1050 mg/dm³.

The groundwater of sandy terraces of the Samara river valley has azonal signs, namely – reduced salinity (110–150 mg/dm³), hydrocarbonate and calcium ion composition and acidic reaction of pH (4,5–5,7). It is noted that due to favorable filtration properties of sandy soil, salt concentration varies synchronously with the fluctuations of groundwater level. At the same time in the area of coal mining with transformed soil and hydrological conditions the groundwater has a higher salinity than the groundwater, lying outside the influence of mine water drainage, while the dynamics of change in mineralization lags behind fluctuations in the groundwater level for more than three and a half months.

Within the third terrace of the Samara river valley the mirror of the groundwater begins at a depth of 1,5 m. The total mineralization – 2640 mg/dm³ – is significantly higher than in the groundwater of the first and the second terraces. The ion composition is dominated by sodium and chloride ions, and the pH reaction is close to neutral.

The groundwater of the watershed areas between the Samara and Oril rivers lies at a considerable depth – 20 m, has mineralization of 2100 mg/dm³, and the ionic composition is dominated by chloride ions and calcium. At the same time, the groundwater in the area of developed

 Tel.: +38067-800-70-25, e-mail: bgz@ua.fm

DOI: 10.15421/041510

network of gullies and ravines has a lower mineralization – 650 mg/dm³. It can be assumed that the differences are related to the terms of draining of aquifers. Analysis of long-term data of salinity in the Samara river demonstrated an increase in this index from 1738 mg/dm³ in 1929 to 3540 mg/dm³ in 2006.

Key words: ionic composition and salinity of groundwater, seasonal and long-term dynamics of hydrochemical indicators, forest biogeocenoses.

УДК 630*416

А. В. Котович

канд. биол. наук, доц.

*Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара,
просп. Гагарина, 72, г. Днепропетровск, Украина, 49010,
тел.: +38067-800-70-25, e-mail: bgz@ua.fm*

ЭКОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУНТОВЫХ ВОД ПРИСАМАРЬЯ ДНЕПРОВСКОГО КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ ЭТАЛОННЫХ И ДЕСТРУКТИВНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

Аннотация. Дана характеристика гидрохимических свойств грунтовых вод залегающих в пределах долины р. Самары Днепропетровской, на участках степного плакора, под автоморфными почвами, а также воды самой реки Самары.

Установлено, что грунтовые воды долины реки по своим гидрохимическим свойствам не являются однородными, при этом четко проявляется привязка этих показателей к основным геоморфологическим элементам с характерным для них почвенным и растительным покровом. Дана характеристика грунтовых вод с точки зрения их доступности для использования лесными биogeоценозами.

Ключевые слова: ионный состав и минерализация грунтовых вод, сезонная и многолетняя динамика гидрохимических показателей, лесные биogeоценозы.

УДК 630*416

О. В. Котович

канд. біол. наук, доц.

*Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара,
просп. Гагаріна, 72, м. Дніпропетровськ, Україна, 49010,
тел.: +38067-800-70-25, e-mail: bgz@ua.fm*

ЕКОЛОГО-ГІДРОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТОВИХ ВОД ПРИСАМАР'Я ДНІПРОВСЬКОГО ЯК ІНДИКАТОР СТАНУ ЕТАЛОННИХ ТА ДЕСТРУКТИВНИХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ

Анотація. Надано характеристику гідрохімічних властивостей ґрунтових вод долини ріки Самари Дніпровської, на ділянках степового плакору, під автоморфними ґрунтами, а також води ріки Самари.

Встановлено, що ґрунтові води долини ріки за своїми гідрохімічними властивостями не є однорідними, при цьому чітко проявляється залежність цих показників від основних геоморфологічних елементів з характерними для них ґрунтовими умовами і рослинним покривом. Надано характеристику ґрунтових вод з точки зору їх доступності для споживання лісовими біogeоценозами.

Ключові слова: іонний склад та мінералізація ґрунтових вод, сезонна та багаторічна динаміка гідрохімічних показників, лісові біogeоценози.

ВСТУП

Питання оцінки гідрохімічних властивостей ґрунтових вод з огляду їх придатності до споживання лісовими фітоценозами в умовах степової зони, безумовно, є одним з найважливіших у загальному ряді існуючих на цей час проблем, пов'язаних з гідрологічними умовами біogeоценозів. Так, навіть при знаходженні кореневих систем рослинності в зоні капілярного підняття ґрунтових вод при їх

засоленості у рослин можуть виникати явища фізіологічної сухості та незадовільного стану природних і штучних біогеоценозів. Для успішного вирішення завдань щодо лісорозведення у степовій зоні необхідно мати як основу регіональну кількісну оцінку хімічного складу природних вод, що обумовлена лише природними чинниками.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

В основу методологічного підходу нами покладено вчення В. М. Сукачова (Sukachev, 1964) про біогеоценоз. Гідрохімічна оцінка дана у відповідності до гідрохімічної класифікації О. А. Алєкіна (Alekin, 1970). Аналітична робота проводилась у лабораторії хімії ґрунтів кафедри геоботаніки, ґрунтознавства та екології, а також НДІ біології Дніпропетровського національного університету за скороченим гідрохімічним аналізом. При цьому визначались основні іони Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , загальну жорсткість, сухий залишок. Визначення макроскладу ґрунтових вод проводилось у відповідності до діючих в Україні державних стандартів. Моніторинг гідрохімічного режиму ґрунтових вод проводили за допомогою спостережливих свердловин розташованих у найбільш характерних лісових біогеоценозах Присамар'я.

Територія досліджень включає частину долини р. Самари від м. Тернівки Павлоградського району до с. Гвардійського Новомосковського району Дніпропетровської області. Пробні площі знаходились у межах трьох моніторингових профілів: першого, ґрунтово-гідрологічного, розташованого у створі сіл Кочережки – Карабинівка Павлоградського району протяжністю 15 км; другого, агро-екологічного розташованого у створі сіл Новостепанівка – с. Орловщина – с. Піщанка Новомосковського району протяжністю 25 км; техногенно-біогеоценотичного у створі м. Павлоград – шахта «Павлоградська» протяжністю 15 км. Профілі розташовані перпендикулярно до русла р. Самари та проходять через усі геоморфологічні елементи долини ріки. Крім того, для стаціонарних спостережень було використано пробні площі, розташовані поза зоною впливу шахтних підробок, – с. Гвардійське Новомосковського району. Більш вичерпну інформацію, щодо місця розташування пробних площ, обладнаних спостережливими свердловинами, можна знайти у наших попередніх публікаціях (Kotovich, 2010, 2014).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Описувана територія цікава наявністю природних вод, які мають різний хімічний склад та фізичні якості, що обумовлені сукупністю фізико-географічних умов. Найперші детальні показники гідрохімічних особливостей природних вод Присамар'я наведено співробітниками Інституту гідробіології Дніпропетровського державного університету С. А. Гусинською (Husinska, 1938) та Л. С. Калітаєвою (Kalitaeva, 1948). Авторами висвітлюються особливості та гідрохімічний стан води р. Самари, а також водоймищ долини ріки. Однак у їхніх працях розкривались гідрохімічні особливості лише поверхневих вод.

У 1955 р. І. В. Гармоновим (Garmonov, 1955) опубліковано карту гідрохімічної зональності ґрунтових вод, що дає узагальнене уявлення про гідрохімічні особливості ґрунтових вод у межах України та її степової зони, зокрема надано оцінку стану загальної мінералізації та гідрохімічну класифікацію ґрунтових вод. Відзначено, що в природних умовах хімічний склад ґрунтових вод конкретного регіону підпорядковується широтній гідрохімічній зональності, відповідно до якої формуються провінції гідрокарбонатних, сульфатних, хлоридних або змішаних типів ґрунтових вод. Більш детальну характеристику гідрохімічних особливостей ґрунтових вод у межах долини р. Самари можна отримати з робіт Л. П. Травлєєва (Travleev, 1977), де автором дано оцінку ступеня мінералізації та іонного складу ґрунтових вод. З того часу минуло сорок років, за цей період цілком ймовірно

гідрохімічні показники певною мірою трансформувались. Тому ми поставили за мету визначити ступінь трансформації іонного складу, встановити сезонну динаміку іонного складу ґрунтових вод, а також надати гідрохімічну оцінку ґрунтовим водам з точки зору їхньої придатності до споживання лісовими фітоценозами.

Гідрохімічні дослідження носять системний характер і тривають безперервно з 2001 р., при цьому відбір зразків нами здійснюється наприкінці та початку вегетаційного сезону. Найбільш детальні гідрохімічні дослідження ґрунтових вод, із щомісячним відбором зразків, нами були проведені в 2006 р. Саме за цей період і наводяться аналітичні матеріали в даній роботі.

За ландшафтним принципом формування ґрунтові води можна поділити на ті, що залягають у межах долини р. Самари, і ґрунтові води вододільних ділянок яружно-балкової зони правого берега р. Самари. Ґрунтові води долини р. Самари за своїми гідрохімічними показниками не є однорідними. Тут чітко проявляється своєрідна прив'язка показників хімічного складу до основних геоморфологічних елементів з властивим для них ґрунтовим покривом, що обумовлює умови живлення та дренажу ґрунтових вод. Тому ґрунтові води лівобережжя за іонним складом та загальною мінералізацією слід поділити на ґрунтові води заплави, ґрунтові води піщаних терас або арени, ґрунтові води третьої тераси.

Хімічний склад ґрунтових вод у межах заплави р. Самари поза зоною техногенного впливу формується під дією природних режимотворюючих факторів – атмосферних опадів, фізичної та фізіологічної транспірації, умов циркуляції у водовмісних геологічних структурах, хімічних властивостей водовмісних порід та складу підземних вод, що надходять з розташованих нижче напірних горизонтів.

Ґрунтові води заплави у районі гірничих відводів шахти «Тернівська» розташовані здебільшого з глибини 2,5 м, за загальною мінералізацією характеризуються як солонуваті, за іонним складом належать до сульфатного класу натрієво-кальцієвої групи другого типу. Реакція рН близька до нейтральної. За ступенем жорсткості – жорсткі. Іонний індекс – S_{II}^{NaCa} (табл. 1). Мінімальні значення рівня загальної мінералізації в 2006 р. фіксувались у лютому – 1928 мг/дм³, а максимальні – в жовтні – 2235 мг/дм³. Збільшення сухого залишку відбувалося, в основному, за рахунок іонів кальцію та калію в катіонному складі та сульфат-іонів і хлору – в аніонному складі.

Рівень ґрунтових вод центральної частини заплави р. Самари, що залягають у межах першого ґрунтово-гідрологічного профілю, починається з 3 м (пробна площа № 214, табл. 1). За показниками загальної мінералізації характеризуються як солонуваті, за іонним складом належать до хлоридного класу натрієво-калієвої групи третього типу. Реакція рН упродовж року змінюється від кислої до слабкокислої. Рівень вмісту іонів кальцію та магнію (4–4,7 мг-екв/дм³) дозволяє характеризувати її як помірно жорстку. Іонний індекс – Cl_{III}^{NaK} . Найнижчих значень рівень загальної мінералізації у 2006 р. досяг у березні – 1562 мг/дм³, а максимальних – у жовтні – 1883 мг/дм³. Збільшення сухого залишку відбувалося, в основному, за рахунок іонів кальцію та натрію в катіонному складі та сульфат-іонів та хлоридів – в аніонному.

Ґрунтові води центральної частини заплави другого агро-екологічного профілю (пробна площа № 209, табл. 1) характеризуються наявністю солонуватих ґрунтових вод. Протягом вегетаційного періоду загальна мінералізація збільшується від 1057 до 1255 мг/дм³. Іонний склад ґрунтових вод тут характеризується сульфатним класом кальцієво-магнієвою групою третього типу. Реакція рН – нейтральна або слабколужна. Іонний індекс – S_{III}^{CaMg} .

У межах заплавних ділянок долини р. Самари, що розташовані нижче за течією, у районі с. Гвардійське, іонний склад ґрунтових вод упродовж вегетаційного періоду змінюється із сульфатного на хлоридний. Загальна мінералізація впродовж 2006 року мала незначну динаміку, збільшившись з 1340 до 1360 мг/дм³. Показники рН – слабколужні (табл. 1). Іонний індекс – S_{III}^{CaNa} .

Таблиця 1

Мінералізація та хімічний склад ґрунтових вод, що залягають у межах заплави р. Самари

№ пробної площі	Катіони	Вміст у 1 дм ³			Аніони	Вміст у 1 дм ³			Сухий залишок, мг/дм ³	pH
		мг	мг-екв.	%-екв		мг	мг-екв.	%-екв		
м. Тернівка	Ca ²⁺	133,6	6,67	23,6	HCO ₃ ⁻	24,4	0,40	1,4	1928,5	7,02
	Mg ²⁺	22,70	1,87	6,6	Cl ⁻	228,8	6,45	22,8		
	K ⁺	65,2	1,7	5,9	SO ₄ ²⁻	1028,1	21,4	75,7		
	Na ⁺	415,96	18,1	63,94	—	—	—	—		
	Сума	637,5	28,29	100,0	Сума	1281,3	28,24	100,0		
214	Ca ²⁺	53,4	2,67	11,2	HCO ₃ ⁻	32,5	0,53	2,3	1562,3	5,94
	Mg ²⁺	16,22	1,33	5,6	Cl ⁻	701,5	19,78	83,8		
	K ⁺	329,2	8,4	35,5	SO ₄ ²⁻	158,7	3,3	14,0		
	Na ⁺	260,0	11,3	47,65	—	—	—	—		
	Сума	658,8	23,72	100,0	Сума	892,7	23,62	100,0		
209	Ca ²⁺	187,0	9,33	56,6	HCO ₃ ⁻	16,3	0,27	1,6	1057,2	7,12
	Mg ²⁺	63,2	5,20	31,5	Cl ⁻	176,8	4,99	30,3		
	K ⁺	32,2	0,82	5,0	SO ₄ ²⁻	539,4	11,22	68,1		
	Na ⁺	26,0	1,13	6,8	—	—	—	—		
	Сума	308,4	16,48	100,0	Сума	732,5	16,47	100,0		
с. Гвардійське	Ca ²⁺	181,7	9,06	42,6	HCO ₃ ⁻	48,8	0,80	3,7	1344,0	7,31
	Mg ²⁺	29,2	2,40	11,3	Cl ⁻	564,4	15,92	74,6		
	K ⁺	118,7	3,0	14,3	SO ₄ ²⁻	222,1	4,6	21,7		
	Na ⁺	156,0	6,8	31,87	—	—	—	—		
	Сума	485,5	21,28	100,0	Сума	835,3	21,34	100,0		

Узагальнюючи гідрохімічні показники ґрунтових вод першої тераси р. Самари слід зазначити, що їх загальна мінералізація та іонний склад досить лабільні і закономірно збільшувалися впродовж вегетаційного періоду 2006 р. Ґрунтові води заплави, що безпосередньо розташовані в межах впливу шахтних розробок (м. Тернівка), з усіх досліджуваних об'єктів є найбільш мінералізованими. Просторові зміни іонного складу ґрунтових вод першої тераси наочно демонструє їх графічне зображення (рис. 1).



Рис. 1. Просторові зміни в іонному складі ґрунтових вод першої тераси р. Самари (цифрами на шкалі абсцис позначено відстань між об'єктами, км)

З рисунку видно, що на території, де ведеться підробка вугільних шарів, мінералізація ґрунтових вод відрізняється від аналогічних показників ґрунтових вод першого і другого профілю, а також ділянок заплави, що розташовані в районі

с. Гвардійське. Це явище стає можливим, коли внаслідок осідання поверхні ґрунтові води уповільнюють власний рух, вилуговують водовмісну породу, а частина їх піднімається по капілярах до поверхні і випаровується. Це, у свою чергу, призводить до зростання концентрації сольового розчину за рахунок насичення їх спочатку карбонатами кальцію, а потім і сульфатами кальцію. Цю стадію їх формування В. А. Ковда (Kovda, 1973) називає сульфатно-карбонатною, для неї характерним є підвищення вмісту солей та поступове випадіння з розчину карбонату і сульфату кальцію, що накопичуються в ґрунтах у формі мінералів кальциту (CaCO_3) і гіпсу ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Ґрунтові води першої надзаплавної піщаної тераси внаслідок високої фільтраційної здатності ґрунтів, а також бідності ґрунтових розчинів, що циркулюють у зоні активного водообміну, характеризуються мінімальним вмістом солей. Їх загальною особливістю є залежність хімічного складу від кількості атмосферних опадів.

Деструктивні території, що знаходяться в межах нових шахтних полів шахти «Павлоградська» – урочище Павлоградські піски (свердловина № 310), характеризуються наявністю в алювіальній товщі низькомінералізованих ґрунтових вод. У хімічному складі впродовж року спостерігається сезонна динаміка. У 2006 році мінімальних значень (154 мг/дм^3) загальна мінералізація досягала в березні (табл. 2). За іонним складом ґрунтові води належать до гідрокарбонатного класу кальцієво-магнієвої групи другого типу. За ступенем жорсткості – м'які. За показниками рН – кислі. Іонний індекс – $\text{C}_{\text{II}}^{\text{CaMg}}$.

Зіставляючи криві, що демонструють зміни рівня та загальної мінералізації ґрунтових вод у межах даної пробної площі (рис. 3), слід відзначити, що хронологічно зміни відповідних показників слабо корелюють між собою, коефіцієнт кореляції становить лише +0,28. Максимальний вміст солей не збігається в часі з мінімальним рівнем ґрунтових вод, відстаючи при цьому на 3,5 місяців. Це демонструє неоднозначність впливу факторів, які визначають динаміку загальної мінералізації. Отже, окрім природних чинників на гідрохімічний стан впливають ще й фактори, обумовлені антропогенною діяльністю, а саме припливом більш мінералізованих підземних вод з розташованих нижче напорних горизонтів та порушенням умов дренажу даного водоносного комплексу. Це припущення пояснює збільшення концентрації солевих розчинів та метаморфізацію їх іонного складу.

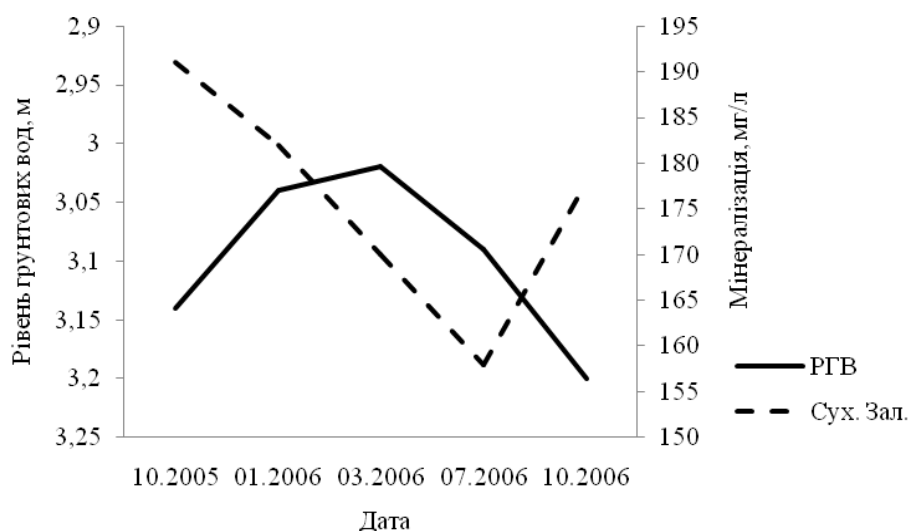


Рис. 2. Річна динаміка рівня та загальної мінералізації ґрунтових вод у межах пробної площі № 310 (Західний Донбас)

Гідрохімічні показники ґрунтових вод першої надзаплавної піщаної тераси долини р. Самари, які знаходяться поза зоною впливу шахтного водовідливу та просідання поверхні, можна використовувати як фонові при оцінці їхньої придатності для споживання лісовими біогеоценозами.

Ґрунтові води, що знаходяться на глибині 5 м і більше (перший ґрунтово-гідрологічний профіль, пробна площа № 216), упродовж календарного року зазнають незначних змін та відрізняються досить стабільним іонним складом і загальною мінералізацією – 140 мг/дм³ (табл. 2). Іонний склад характеризується гідрокарбонатним класом кальцієво-магнієвою групою другого типу. За ступенем жорсткості – м'які. За показниками рН – кислі. Іонний індекс – C_{II}^{CaMg} .

Ґрунтові води першої надзаплавної тераси другого профілю, розташованого на 20 км нижче за течією ріки, за загальною мінералізацією та іонним складом схожі із ґрунтовими водами арени першого профілю, але залежно від близькості розташування до денної поверхні мають деякі відмінності. Так, у межах підвищених ділянок піщаної тераси із глибиною залягання ґрунтових вод 4–5 м (пробна площа № 212) формуються прісні ґрунтові води, іонний склад яких характеризується гідрокарбонатним класом магнієво-кальцієвою групою другого типу. Іонний індекс – C_{II}^{MgCa} . Загальна мінералізація – 117 мг/дм³ (табл. 2). У кінці вегетаційного періоду їх загальна мінералізація підвищується до 128 мг/дм³ (березень та листопад 2006 р. відповідно). Співвідношення основних іонів упродовж року змінюється за рахунок збільшення в іонному складі сульфат-іонів.

Таблиця 2

Мінералізація та хімічний склад ґрунтових вод піщаної тераси долини р. Самари

№ пробної площі	Катіони	Вміст у 1 дм ³			Аніони	Вміст у 1 дм ³			Сухий залишок, мг/дм ³	рН
		мг	мг-екв.	%-екв		мг	мг-екв	%-екв		
310	Ca ²⁺	16,0	0,80	40,5	HCO ₃ ⁻	61,0	1,00	50,5	153,8	4,51
	Mg ²⁺	6,49	0,53	27,0	Cl ⁻	11,3	0,32	16,2		
	K ⁺	19,0	0,5	24,6	SO ₄ ²⁻	31,7	0,7	33,3		
	Na ⁺	3,60	0,2	7,93	–	–	–	–		
	Сума	45,1	1,98	100,0	Сума	104,1	1,98	100,0		
216	Ca ²⁺	16,0	0,80	45,7	HCO ₃ ⁻	56,9	0,93	52,4	144,6	4,65
	Mg ²⁺	6,49	0,53	30,5	Cl ⁻	6,6	0,19	10,5		
	K ⁺	12,4	0,3	18,2	SO ₄ ²⁻	31,7	0,7	37,1		
	Na ⁺	2,30	0,1	5,72	–	–	–	–		
	Сума	37,2	1,75	100,0	Сума	95,3	1,78	100,0		
212	Ca ²⁺	10,7	0,53	35,6	HCO ₃ ⁻	77,2	1,27	87,2	117,2	5,76
	Mg ²⁺	8,11	0,67	44,4	Cl ⁻	1,9	0,05	3,7		
	K ⁺	5,2	0,1	8,8	SO ₄ ²⁻	6,3	0,1	9,1		
	Na ⁺	3,86	0,2	11,20	–	–	–	–		
	Сума	27,8	1,50	100,0	Сума	85,5	1,45	100,0		
111 (база відпочинку «Біла акація»)	Ca ²⁺	8,0	0,40	32,6	HCO ₃ ⁻	56,9	0,93	77,1	110,4	4,92
	Mg ²⁺	3,24	0,27	21,8	Cl ⁻	0,5	0,01	1,1		
	K ⁺	15,7	0,4	32,8	SO ₄ ²⁻	12,7	0,3	21,8		
	Na ⁺	3,60	0,2	12,78	–	–	–	–		
	Сума	30,6	1,23	100,0	Сума	70,1	1,21	100,0		

Зіставляючи криві динаміки рівня ґрунтових вод та їх загальної мінералізації в межах пробної площі № 212 протягом 2005–2006 гідрологічного року (рис. 3), слід зазначити, що річна динаміка сухого залишку пов'язана зі зміною рівня ґрунтових вод.

При цьому встановлено тісний кореляційний зв'язок – $R = +0,8$. Мінімальні значення сухого залишку менш ніж на місяць відстають від максимальних значень рівня ґрунтових вод – березень та квітень відповідно. Подібне збігання пікових значень мінералізації та рівня ґрунтових вод характеризує гідрохімічний режим

грунтових вод, що тут залягають, як природний, формування якого відбувається під впливом природних режимотворюючих факторів, а саме атмосферних опадів, хімічних властивостей водовмісних порід, швидкості водообміну та ін.

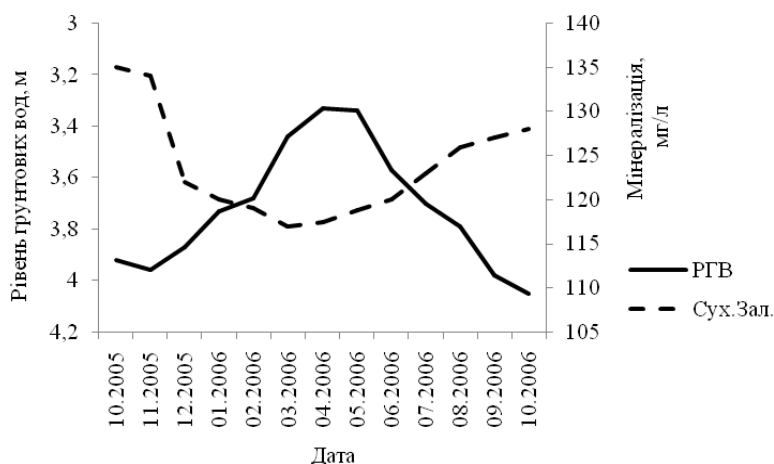


Рис. 3. Річна динаміка рівня ґрунтових вод та загальної мінералізації у межах пробної площі № 212

Нижче за течією р. Самари в районі м. Новомосковськ – база відпочинку «Біла акація», пробна площа № 111, ґрунтові води першої надзаплавної тераси мають найнижчу мінералізацію відносно аналогічних гідрохімічних показників ділянок, розташованих вище за течією ріки (табл. 2). Упродовж 2006 року іонний склад ґрунтових вод тут характеризувався гідрокарбонатним класом кальцієво-магнієвою групою другого типу. За показниками жорсткості – м'які, за водневим показником – кислі. Іонний індекс – C_{II}^{CaMg} . Співвідношення основних іонів упродовж року є стабільним, що свідчить про відсутність антропогенної складової у їх іонному складі.

Низький вміст іонів хлору у всіх ґрунтових водах піщаних терас – від 0,5 до 26,5 мг/дм³ – свідчить про інтенсивний водообмін з поверхневими водами, оскільки хлорид-іони серед аніонного складу мають найбільший коефіцієнт розчинності і вимиваються з ґрунтової товщі в першу чергу. Загальна мінералізація та іонний склад упродовж року залишаються стабільними. Лише в ґрунтових водах, що знаходяться в межах порушених територій, упродовж року спостерігаються зміни у співвідношенні іонів Ca^{2+} та Mg^{2+} за рахунок підвищення вмісту іонів магнію, у результаті чого група змінюється з кальцієвої на магнієву. У просторовому розподілі загальна мінералізація ґрунтових вод другої тераси поступово збільшується з 110 мг/дм³ у районі м. Новомосковськ до 175 мг/дм³ в районі с. Соснівка – свердловина № 310 (рис. 4).

Збільшення вмісту солей у ґрунтових водах піщаної тераси в напрямку від нижньої частини Самарського басейну – с. Орловщина до його середньої частини – м. Павлоград відбувається, в основному, за рахунок сульфат-іонів та іонів магнію та калію. Прогресивне зменшення мінералізації у зворотному напрямку відбувається на фоні збільшення долі атмосферних опадів у живленні ґрунтових вод, оскільки площа самої тераси збільшується в півтора рази. Підвищення загальної мінералізації ґрунтових вод у районі м. Павлограда (с. Сосновка), можна пов'язати із порушенням водообміну внаслідок техногенного зміщення водовмісних шарів, а також шахтного водовідливу. Процеси збагачення солями ґрунтових вод тут проходять під впливом притоку високомінералізованих вод саме із покладів карбону, де формуються осередки засолення вищерозташованих горизонтів. Низькі значення рН у всіх зразках ґрунтових вод другої тераси пояснюються високим вмістом кремневої кислоти, що накопичується внаслідок розчинення окису кремнію у верхніх шарах зони активного водообміну.



Рис. 4. Просторові зміни в іонному складі ґрунтових вод другої тераси р. Самари

У межах третьої, глинистої тераси р. Самари формуються солонцово-солончакові комплекси з відповідним ґрунтовим та рослинним покривом (пробна площа № 220, табл. 3). Дзеркало поверхні ґрунтових вод починається з 1,5 м. Загальна мінералізація суттєво відрізняється від мінералізації ґрунтових вод другої і першої тераси р. Самари. За іонним складом ґрунтові води належать до хлоридного класу натрієво-калієвої групи другого типу. За загальною мінералізацією – до солонуватих. Показники рН характеризують ці ґрунтові води як нейтральні або слабколужні. Іонний індекс води – Cl_{II}^{NaK} .

Таблиця 3

Мінералізація та хімічний склад ґрунтових вод у межах третьої тераси долини р. Самари

№ пробної площі	Катіони	Вміст у 1 дм ³			Аніони	Вміст у 1 дм ³			Сухий залишок, мг/дм ³	pH
		мг	мг-екв.	%-екв.		мг	мг-екв.	%-екв.		
220	Ca ²⁺	80,1	4,00	10,0	HCO ₃ ⁻	203,2	3,33	8,2	2645,1	7,21
	Mg ²⁺	16,2	1,33	3,3	Cl ⁻	1108	31,24	77,7		
	K ⁺	296,2	7,58	18,9	SO ₄ ²⁻	272,8	5,67	14,1		
	Na ⁺	626,6	27,24	67,8	–	–	–	–		
	Сума	1019,1	40,15	100,0	Сума	1584,0	40,24	100,0		

Ґрунтові води вододільних ділянок Приорільського плато між ріками Самарою та Орілью приурочені до супісків, лесоподібних суглинків і мулуватих пісків четвертинного віку делювіального, еолового, а в прибережній частині – алювіального походження, а також до пісків і опіщаних глин нерозчленованої товщі міоцену (Travleev, 1972). Залягають на глибині від 20 метрів – пробна площа № 204 (табл. 4). Загальна мінералізація – 2100 мг/дм³. За іонним складом характеризуються хлоридним класом кальцієво-магнієвою групою третього типу. Іонний індекс води – Cl_{III}^{CaMg} . Реакція рН – слабколужна. За ступенем жорсткості – дуже жорсткі. Фактори сезонного впливу мінімальні, тому сезонна динаміка хімічного складу проявляється слабо. Тут зниження дзеркала ґрунтових вод обумовлює більш повільний водообмін з поверхневими водами та уповільнення горизонтального потоку в область розвантаження, що позначається на загальній мінералізації.

Ґрунтові води яружно-балкової зони правобережжя р. Самари в районі другого агро-екологічного профілю починаються з глибини 9 м від денної поверхні – пробна площа № 206 (табл. 4), ґрунтові води за іонним складом характеризуються сульфатним класом кальцієво-магнієвою групою другого типу. Іонний індекс води –

S_{II}^{CaMg} . За кількістю солей у сухому залишку – прісні. За ступенем жорсткості – жорсткі. Упродовж вегетаційного періоду 2006 р. динаміка іонного складу обумовлена підвищенням концентрації сульфат-іонів та іонів кальцію та магнію. За показниками рН – слабколужні. Загальна мінералізація ґрунтових вод цієї зони визначається гідродинамічними факторами (швидкістю пересування води у водовмісних структурах), а іонний склад – хімічними властивостями самих водовмісних структур.

Хімічний склад води р. Самари формується під впливом поверхневого стоку, підземного живлення, мінералізованих шахтних і стічних вод, процесів фізичної і фізіологічної транспірації з поверхонь ставків і водосховищ (Копоненко, 1952), причому частина поверхневого стоку досягає 81,3 %, а підземного – 15,7 % (Veselovsky, 1947). На період досліджень сольовий склад води р. Самари характеризувався підвищеним вмістом солей. Сухий залишок дорівнював 3541 мг/дм³. За співвідношенням іонів річкова вода належала до сульфатного класу магнієвої групи третього типу. Іонний індекс води – S_{III}^{Mg} . Реакція рН – слабколужна. За ступенем жорсткості – дуже жорстка (табл. 4).

У багаторічному розрізі спостерігається динаміка в бік підвищення мінералізації води у р. Самарі. Так, у 1929 р. загальна мінералізація річкової води коливалась у межах 965–1738 мг/дм³, мінімальні значення фіксувалися в літній, а максимальні – у зимовий період – червень і січень 1929 р відповідно (Hrimaylovskaya, 1930). Загальна жорсткість у цей період коливалась у межах 16,7–29,8 мг-екв/дм³. Вміст іонів хлору – від 210 до 400 мг/дм³. За період з 1929 по 2006 рр. гідрохімічні показники води р. Самари суттєво змінилися. Загальна мінералізація зросла в середньому на 1800 мг/дм³. Жорсткість збільшилася на 12 мг-екв/дм³. Вміст іонів хлору збільшився в середньому на 300 мг/дм³. При цьому цікаво відзначити, що в багаторічному розрізі клас води, а саме сульфатний, на фоні зростання загальної мінералізації не змінився, оскільки кількість сульфат-іонів в іонному складі також пропорційно збільшилася.

Таблиця 4

Мінералізація та хімічний склад ґрунтових вод, водоодільних ділянок між р. Самарою та р. Орілью та води р. Самара

№ пробної площі	Катіони	Вміст у 1 дм ³			Аніони	Вміст у 1 дм ³			Сухий залишок, мг/дм ³	рН
		мг	мг-екв.	%-екв		мг	мг-екв	%-екв		
204	Ca ²⁺	235,1	11,73	32,8	HCO ₃ ⁻	203,3	3,33	9,4	2103,4	7,04
	Mg ²⁺	230,3	18,93	53,0	Cl ⁻	843,3	23,78	66,9		
	K ⁺	65,2	1,67	4,7	SO ₄ ²⁻	406,2	8,45	23,8		
	Na ⁺	78,0	3,39	9,5	–	–	–	–		
	Сума	638,6	35,72	100,0	Сума	1452,8	35,56	100,0		
206	Ca ²⁺	106,9	5,33	52,5	HCO ₃ ⁻	56,9	0,93	9,2	643,6	7,12
	Mg ²⁺	55,1	4,5	44,7	Cl ⁻	120,1	3,39	33,4		
	K ⁺	5,8	0,15	1,5	SO ₄ ²⁻	279,2	5,8	57,4		
	Na ⁺	3,1	0,1	1,3	–	–	–	–		
	Сума	170,9	10,15	100,0	Сума	456,2	10,13	100,0		
р. Самара с. Кочережки	Ca ²⁺	299,2	14,93	28,1	HCO ₃ ⁻	276,4	4,53	8,5	3541,3	7,80
	Mg ²⁺	256,2	21,06	39,6	Cl ⁻	692	19,52	36,9		
	K ⁺	102,1	2,6	4,8	SO ₄ ²⁻	1389,8	28,9	54,6		
	Na ⁺	336	14,62	27,5	–	–	–	–		
	Сума	993,5	53,21	100,0	Сума	2358,2	52,95	100,0		

Факт зростання показників, що формують іонний річкової стік, слід пояснити, перш за все, посиленням притоком шахтних вод із шахт Центрального та Західного Донбасу. Так, обсяг вод, що скидається в р. Самару на території Західного Донбасу,

становить близько 30 млн м³/рік, з яких 7 млн м³ – господарсько-побутові стоки. Середня мінералізація їх становить у середньому 4,1 г/дм³. Шахти Центрального Донбасу скидають у р. Самару та її притоки (р. Бик і Вовча) 87 млн м³/рік шахтних вод з мінералізацією 2,0–6,0 г/дм³ (Zverkovskyy et al., 2007). Сумарний обсяг вод шахтного водовідливу становить близько 110 млн м³/рік, що становить четверту частину від обсягу загального річкового стоку. Ці ж причини викликали збільшення вмісту сульфат-іонів, оскільки в процесі вуглевидобування на поверхню потрапляє пірит, який у процесі окислення утворює сірчану кислоту.

Таким чином, на мінералізацію води в р. Самарі, окрім природних чинників, впливають ще й антропогенні фактори, які є результатом діяльності вуглевидобувної промисловості.

Відносно гідрохімічної оцінки ґрунтових вод з точки зору їхньої придатності до споживання лісовими фітоценозами можна зазначити, що ґрунтові води заплави в середньому мають загальну мінералізацію до 1,5 г/дм³. Це значення не є верхньою межею засолення, яке б лімітувало розвиток дібровних фітоценозів. Відомі випадки, коли в умовах напівпустельних регіонів Північного Прикаспію штучні діброви з насадженням *Quercus robur* L. споживали ґрунтові води із загальною мінералізацією близько 3–4 г/дм³ (Saparov, 1990). Верхньою межею засолення ґрунтових вод, що здатні споживати дубові насадження, деякі дослідники вважають значно більші показники. У нашому випадку загальна мінералізація ґрунтових вод знаходиться далеко від межі токсичності і вони цілком придатні для споживання дібровними фітоценозами. Навіть в умовах просідання поверхні ґрунту в Західному Донбасі максимальні показники загальної мінералізації не перевищують 2–3 г/дм³. Тут погіршення стану природних біогеоценозів пов'язане із фактом самого підтоплення. Тому у даному випадку хімічний стан ґрунтових вод не є фактором, що лімітує ріст і розвиток дібровних фітоценозів.

Ґрунтові води піщаної тераси долини р. Самари поряд із ґрунтами визначають режим мінерального живлення *Pinus sylvestris* L. Загальна мінералізація ґрунтових вод тут у середньому становить 0,13 г/дм³. За шкалою загальної мінералізації – прісні з переходом під час весняного періоду до ультрапрісних.

У наш час, як відзначають О. Я. Орлов та С. П. Кошельков (Orlov, Koshelkov, 1971), відсутні дані щодо оптимальних показників загальної мінералізації водних розчинів, що споживаються сосновими фітоценозами. Однак сосна відома як еврибіонтний вид, який пристосований як до дуже посушливих умов, так і до перезволожений. Те саме можна припустити і щодо умов мінерального живлення. Так, відомо, що соснові фітоценози в лісовій зоні у підзоні хвойних лісів споживають ґрунтові води із загальною мінералізацією від 0,04 до 0,1 г/дм³. Соснові насадження на крейдових відкладах уздовж берегових схилів р. Сіверський Донець споживають ґрунтові розчини із загальною мінералізацією близько 1 г/дм³. До аналогічних умов мінерального живлення пристосовані і культури сосни на схилах Кримських гір. Із сказаного видно, що максимальні і мінімальні значення різняться майже в десять разів. Показники, що були отримані нами, в середньому в 1,8 разів перевищують згадані мінімальні показники мінералізації, але при цьому видно, що вони далекі від верхньої межі мінералізації ґрунтових розчинів, які споживають соснові фітоценози. Тому, надаючи оцінку придатності ґрунтових вод для споживання сосновими фітоценозами, можна відзначити їх цілком задовільну якість.

Самарська вода безпосереднього контакту із рослинним покривом в долині ріки не має. Але в межах центральних ділянок заплави внаслідок десукційної діяльності дібровних фітоценозів на поверхні дзеркала ґрунтових вод утворюється депресійна воронка, яка тимчасово заповнюється річковими водами (Travleev, 1977). Це у свою чергу створює передумови для участі річкових вод у вологообігу заплавлених біогеоценозів. При цьому, зважаючи на недовготривалість підтоку річкової води та на те, що за гідрохімічними показниками вона знаходиться далеко від межі токсичності, суттєвого впливу на видовий склад та загальний стан лісових біогеоценозів вона не має.

ВИСНОВКИ

Аналіз хімічного складу ґрунтових вод Присамар'я показав, що мінімальні показники загальної мінералізації мають ґрунтові води піщаних терас долини р. Самари, при цьому в межах зазначених геоморфологічних елементів, максимальні значення властиві територіям з порушеним водообміном у Західному Донбасі.

Загальна мінералізація в ґрунтових водах заплави також збільшується у напрямку проти течії р. Самари від 1057 мг/дм³ у районі с. Андріївка, до 1928 мг/дм³ – у районі м. Тернівка, що, на наш погляд, викликано уповільненим водообміном на підтоплених територіях.

Ґрунтові води в умовах степового плакору характеризуються глибоким заляганням – більше 20 м і підвищеним вмістом солей – від 2100 мг/дм³. Разом з тим ґрунтові води правого берега р. Самари, у зоні розвинутої яружно-балкової системи, мають невелику мінералізацію – до 650 мг/дм³. Можна припустити, що відмінності пов'язані з умовами дренажування, що, у свою чергу, впливає на швидкість водообміну.

Ретроспективний аналіз даних щодо мінералізації води у р. Самара показує суттєве збільшення цього показника з 1738 мг/дм³ – у 1929 р., до 3540 мг/дм³ – у 2006 р. Така динаміка, на наш погляд, викликана дією шахтного водовідливу.

Стосовно лісопридатності ґрунтових вод у межах досліджуваної території можна зазначити, що загальна мінералізація знаходиться далеко від меж токсичності і вони цілком придатні для споживання лісовими фітоценозами як у межах заплави, так і піщаних терас.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Alekin, O. A., 1970.** Osnovy gidrochimii [Basics hydrochemistry], Leningrad (in Russian).
- Garmonov, I. V., 1955.** Karty gruntovykh vod stepnykh i lesostepnykh rayonov SSSR [Maps groundwater steppe and forest-steppe regions of the USSR], AN USSR, Moscow (in Russian).
- Hrimaylovska, M. A., 1930.** Hidrochimiiia r. Samary [Hydrochemistry of river Samara], Dnipropetrovsk (in Ukrainian).
- Husinska, S. A., 1938.** Chimichnyy sklad vody porozhystoi chastyny Dnipra, doplyviv ta vodoym balok yoho i zminy v chimizmi. vyklykani pobuduvanniam hrebli Dniprelstanu [Chemical composition of water rapids of the Dnieper, tributaries and reservoirs beams and its changes in the chemistry caused by building a dam Dnieprohes], Bulletin of Dnipropetrovsk hydrobiological station, III, 52–61 (in Ukrainian).
- Kalitaeva, L. S., 1948.** Gidrochimiiia porozhistoj chasti r. Dnepr [Hydrochemistry of the rapids of river Dnepr], Bulletin of Dnipropetrovsk Research Institute of Hydrobiology, VIII, 5–7 (in Russian).
- Konenko, A. D., 1952.** Gidrokhimicheskaia kharakteristika malykh rek USSR [Hydrochemical characteristics of small rivers of the USSR], Works of Institute of Hydrobiology of AN UkrSSR, Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, Kiev, 26 (in Russian).
- Kotovych, O. V., 2010.** Vplyv lisovykh bioheotsenoziv na rezhym ta balans gruntovykh vod u mezhakh zaplavnykh dilianok r. Samary Dniprovskoi [Effect of forest ecosystems on the regime and balance of groundwater within floodplain areas of river Samara Dniprovskai], Gruntoznastvo, 21, 3–4, 62–72 (in Ukrainian).
- Kotovych, O. V., 2014.** Volohoobig u bayrachnykh dibrovakh stepovogo Prydniprovia [Hydrologic cycle of oaks in Steppe Prydniprovia], Gruntoznastvo, 15, 1–2, 89–100 (in Ukrainian).
- Kovda, V. A., 1973.** Osnovy ucheniia o pochvakh [Fundamentals of soils], Nauka, Moscow (in Russian).
- Orlov, A. Ia, Koshelkov, S. P., 1971.** Pochvennaia ekologiiia sosny [Soil ecology of pine], Nauka, Moscow (in Russian).
- Sapanov, M. K., 1990.** Vliianie lesnykh nasazhdenij na rezhim i mineraliazatsiyu gruntovykh vod v polupustyne Severnogo Prikaspiia [Influence of forest plantations on the regime and salinity of groundwater in semi-desert of the Northern Caspian], Forest Science, 3, 62–67 (in Russian).
- Sukachev, V. N., 1964.** Osnovy lesnoj biogeotsenologii [Forest Bases biogeocenology], Nauka, Moscow (in Russian).

Travleev, L. P., 1972. K stratigrafii chenvertichnykh otlozhenij pravoberezhia Prisamarskogo statsionara [Stratigraphy quaternary deposits on the right bank Prisamarskogo station], Questions of Steppe Forestry, DSU, Dnepropetrovsk, 3, 51–60 (in Russian).

Travleev, L. P., 1977. Usloviia formirovaniia, glubina zaleganiia i khimizm gruntovykh vod Prisamaria [Formation conditions, depth and chemistry of groundwater Prisamaria], Questions of Steppe Forestry, DSU, Dnepropetrovsk, 54–63 (in Russian).

Veselovsky, B. V., 1947. Hidrogeologiiia yugo-vostoka Ukrainy [Hydrogeology of south-east of Ukraine], Materials of scientific conference on the development of the fishery waters of south-east of Ukraine, DSU, Dnepropetrovsk, 23–24 (in Russian).

Zverkovskyy, V. M., Kotovich, O. V., Gritsan, Yu. I., Polyashchenko, N. O., 2007. Bioekologichne obgruntuvannia melioratyvnoho zakhystu pidtoplenykh terytoriy u hirnychodobuvnykh rehionakh [Substantiation bioecological protection reclamation of flooded areas in mining regions], Ecological Visnyk, May – June, Kyiv, 14–17 (in Ukrainian).

Стаття надійшла в редакцію: 23.04.2015

Рекомендує до друку: чл.-к. НАНУ, д-р біол. наук, проф. А. П. Травлєєв

REVIEWS



A. P. Travleyev✉

Corresponding member
of NAS Ukraine,
Dr. Sci. (Biol.), Professor
Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof.

V. A. Gorban

*O. Honchar Dnipropetrovsk National University,
Gagarin ave, 72, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010*

Voloshchuk M. D., Petrenko N. I., Yatsenko S. V. Erosion of soils of Ukraine: the evolution of theory and practice. – Kyiv : Nilan, Ltd., 2014. – 325 p.

Abstract. At the present time the great part of soils is exposed to various negative processes. One of the basic processes that lead to the degradation of soils in Ukraine is the erosion. According to the recent data, water and wind erosion covers 13.9 million hectares; it is about 33 % of the total arable land in the country. On this basis, the greater relevance belongs to the scientific studies displaying the features of negative phenomena of our soil, and, most importantly, the ways of solving of these urgent problems on the soil cover of Ukraine. The monograph «Soil erosion in Ukraine: the evolution of theory and practice» of such famous scientists in the field of Soil Erosion Science as Voloshchuk M. D., Petrenko N. I. and Yatsenko S. V. is one of such fundamental works.

In the present monograph, considerable attention is paid to the periodization of the formation and development of the doctrine of soil erosion in Ukraine. The authors identify six basic stages of formation of the national Soil Erosion Science.

The paper discusses the characteristic features of isolation of Soil Erosion Science as an independent scientific direction and a self-discipline, which are based on the works of such renowned scientists as P. S. Tregubov, M. N. Zaslavsky and G. I. Shvebs.

A significant place in the monograph is devoted to the characteristics of the scientific centers of Ukraine, in which the Soil Erosion Science has been developed. These centers are distinguished by leading scientists, under the leadership of whom, the erosion processes have been studied. The authors of the monograph provides four main scientific centers of the country in the field of Soil Erosion Science development: National Scientific Centre «Institute of Agriculture of the National Academy of Agricultural Sciences» (central region), National Scientific Center «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O. N. Sokolovsky», Scientific-Technical Center «Fertility» (Kharkiv region), Odessa I. I. Mechnikov National University (south region), Lviv National Agrarian University, Institute of Ecology of the Carpathians of National Academy of Sciences of Ukraine, Ivan Franko National University of Lviv and others (west region). In addition to considering the features of the listed centers, in the work there is a presentation of a brief description of the project, research institutes, agricultural and agroforestry research stations that are active in a scientific work in relation to soil erosion processes.

In the work, there are also the historical aspects and mechanisms for the further development of wind erosion researches. Considerable attention the authors of the monograph pay to the analysis of the current state, challenges and prospects of solving the problem on protecting the soil from erosion.

✉ Tel.: + 38067-267-37-16, e-mail: bnaitap@i.ua

DOI: 10.15421/031511

The main problem of the country's soil, which is the cause of widespread erosion, is a very high agricultural development of the territory, more than half of which falls onto an arable land.

At the end of the monograph, there are a large number of photos, provided by Professor M. D. Voloshchuk, which recorded various aspects of soil erosion manifestations, as well as the ways of its overcoming in the conditions of forest-steppe and steppe zones in Ukraine and on the territory of Moldova.

The reviewed monograph is certainly a very relevant and timely generalizing scientific research that will be useful in the theoretical and practical use of students, academic staff of the natural and agricultural higher education institutions, research organizations.

Key words: *erosion, Soil Erosion Science, soil cover, soil protection, rational use of soil.*

А. П. Травлев

чл.-кор. НАН Украины,

д-р биол. наук, проф.

В. А. Горбань

канд. биол. наук, доц.

*Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара,
просп. Гагарина, 72, г. Днепропетровск, Украина, 49010,
тел.: + 38067-267-37-16, e-mail: bnaitap@i.ua*

**Волощук М. Д. Эрозия почв Украины: эволюция теории и практики /
М. Д. Волощук, Н. И. Петренко, С. В. Яценко. –
К. : ООО «Нилан-ЛТД», 2014. – 325 с.**

Аннотация. В настоящее время значительная часть почвенного покрова подвержена различным негативным процессам. Одним из основных процессов, который приводит к деградации почв Украины, является эрозия. По последним данным, водной и ветровой эрозией охвачено 13,9 млн га, что составляет около 33 % общей площади пахотных земель страны. Исходя из этого, большую актуальность приобретают научные работы, посвященные исследованиям особенностей проявлений данных негативных явлений наших почв, и, что особенно важно, путям решения этих острых проблем почвенного покрова Украины. Именно к таким фундаментальным работам относится монография известных ученых в области эрозиоведения М. Д. Волощука, Н. И. Петренко и С. В. Яценко «Эрозия почв Украины: эволюция теории и практики».

Ключевые слова: *эрозия, эрозиоведение, почвенный покров, охрана почв, рациональное использование почв.*

А. П. Травлев

чл.-кор. НАН України,

д-р біол. наук, проф.

В. А. Горбань

канд. біол. наук, доц.

*Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара,
просп. Гагаріна, 72, м. Дніпропетровськ, Україна, 49010,
тел.: + 38067-267-37-16, e-mail: bnaitap@i.ua*

**Волощук М. Д. Ерозія ґрунтів України: еволюція теорії та практики /
М. Д. Волощук, Н. І. Петренко, С. В. Яценко. –
К. : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. – 325 с.**

Анотація. На даний час значна частина ґрунтового покриву зазнає дії різних негативних процесів. Одним з основних процесів, який призводить до деградації ґрунтів України, є ерозія. За останніми даними, водною та вітровою ерозією охоплено 13,9 млн га, що складає майже 33 % загальної площі орних земель країни. Виходячи з цього, значної актуальності набувають наукові роботи, присвячені дослідженням особливостей проявів даних негативних явищ наших ґрунтів, і, що особливо важливо, шляхам вирішення цих гострих проблем ґрунтового покриву України. Саме до таких фундаментальних робіт відноситься монографія відомих вчених у

галузі ерозієзнавства М. Д. Волощука, Н. І. Петренко і С. В. Яценко «Ерозія ґрунтів України: еволюція теорії та практики».

Ключові слова: *ерозія, ерозієзнавство, ґрунтовий покрив, охорона ґрунтів, раціональне використання ґрунтів.*

На сьогодні значна площа ґрунтового покриву України зазнає значних негативних змін, при цьому одним з основних деградаційних процесів є ерозія, якою охоплено 13,9 млн га території, що складає 33,2 % загальної площі орних земель нашої країни. Виходячи з цього, монографія «Ерозія ґрунтів України: еволюція теорії та практики» за авторством відомого українського вченого-ерозієзнавця, доктора сільськогосподарських наук, професора, завідувача кафедри агрохімії і ґрунтознавства Інституту природничих наук Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника Мирослава Дмитровича Волощука, а також кандидата біологічних наук, старшого наукового співробітника Національної наукової сільськогосподарської бібліотеки НААН Нонни Іванівни Петренко та кандидата сільськогосподарських наук, завідувачки сектора архівів Національної наукової сільськогосподарської бібліотеки НААН Світлани Володимирівни Яценко, яка вийшла в світ у 2014 році, є дуже вчасною та актуальною працею сьогодення.

Монографія містить «Передмову», яка написана президентом Національної аграрної академії наук України, академіком Я. М. Гадзalom, в якій вчений наводить загальну інформацію про стан ґрунтових ресурсів України та негативний вплив на їх властивості проявів ерозійних процесів.

Розділ «Від редактора» написано директором Національної наукової сільськогосподарської бібліотеки НААН, заслуженим працівником сільського господарства України, член-кореспондентом НААН, доктором сільськогосподарських наук, професором В. А. Вергуновим, в якому наведено історичну довідку щодо становлення сільськогосподарської дослідної справи процесів ерозії ґрунтового покриву України, а також стислу характеристику представленої монографії.

Розділ 1 «Етапи вивчення проблеми ерозії ґрунтів» поділяється на 6 підрозділів, відповідно до виділених авторами періодів розвитку науки про ерозію. До першого етапу відноситься період до 1891 р., який характеризується формуванням державницького ставлення до проблеми ерозії ґрунтів. Другий етап (1891–1917 рр.) відзначався значною активізацією дослідної роботи з розробок заходів боротьби з ерозією ґрунтів. Третій етап (1917 р.–початок 1940-х рр.), як зазначають автори, припадав на створення наукових та практичних розробок щодо боротьби з ерозією ґрунтів у перші десятиліття радянського періоду. Під час четвертого періоду (1940-ві–початок 1960-х рр.) проводився ретельний аналіз досягнутих успіхів та припущених помилок у стратегії впровадження протиерозійних заходів, а також формувалися передумови становлення та розвитку ерозієзнавства. П'ятий етап (друга половина 1960-х рр.–1990-рі рр.) характеризувався реалізацією моделей ґрунтозахисної системи землеробства, розквітом ерозієзнавства, формуванням та реалізацією агроландшафтної концепції. Шостий етап (від початку ХХІ ст. до теперішнього часу) відзначається підбиттям підсумків теоретичних та практичних напрацювань в галузі вивчення ерозії ґрунтів, а також удосконаленням заходів боротьби з проявом цього негативного процесу.

Розділ 2 «Формування ерозієзнавства як нового наукового напрямку та самостійної навчальної дисципліни» присвячений особливостям становлення та розвитку науки про ерозію ґрунтів – ерозієзнавства. Автори зазначають, що основи цього самостійного наукового напрямку розвивалися переважно на основі робіт відомих вчених П. С. Трегубова, М. М. Заславського та Г. І. Швєбса. Необхідно зазначити, що зазначені вчені вважали предметом ерозієзнавства водну ерозію

грунтів, і при цьому не брали до уваги вітрову ерозію ґрунтів. Автори монографії розмежовують поняття «ерозія» (руйнування ґрунту, зумовлене дією вітру) та «дефляція» (руйнування ґрунту, зумовлене дією вітру). В той же час, до предмету ерозієзнавства пропонується додати також дослідження процесів вітрової ерозії ґрунтів. Однак ще М. М. Заславський (1987) пропонував виділяти окремий науковий напрям – дефляціознавство, оскільки при значній подібності процесів водної та вітрової ерозії між ними все ж таки існують певні принципові відмінності. Автори дають визначення ерозієзнавства як «самостійного розділу ґрунтознавства, що досліджує сукупність процесів відриву і перенесення водою і вітром часточок ґрунту, іноді ґрунтоутворюючих порід, їх відкладання, наслідки й відповідні супровідні зміни таких відокремлювань часток від цілого, а також способи запобігання цих небажаних явищ». Предметом дослідження ерозієзнавства, на погляд авторів представленої монографії, «є причини, умови та закономірності прояву ерозійних процесів, ґрунти, що піддалися дії змиву, розмиву та дефляції, заходи, спрямовані на захист ґрунтів від ерозії, а також меліорація еродованих земель». Також до цього варто було б додати раціональне використання еродованих земель, з урахуванням їх генетичних особливостей. Фундаментальним об'єктом досліджень ерозієзнавства, вважають автори, «є ерозійна геосистема, тобто природно-господарська територіальна (географічна) система, що вирізняється за однотипністю й однаковим спрямуванням функціонування водно-наносного потоку». При цьому виникає питання щодо місця врахування дії вітрової ерозії. Також в цьому розділі наведено диференційовані відносно самостійні напрями та дисципліни ерозієзнавства відповідно до основних напрямів дослідження ерозієзнавства.

Розділ 3 «Наукові центри як потужний механізм становлення і розвитку ерозієзнавства в Україні. Видатні особистості-ерозієзнавці» поділяється на 3 підрозділи. В першому підрозділі наводиться характеристика та основні етапи розвитку 4 головних регіональних науково-освітніх центрів та наукових шкіл з дослідження ерозії ґрунтів. Провідною установою з досліджень процесів ерозії у центральному регіоні України є Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», найбільш відомими представниками якого є такі відомі вчені як П. А. Костюченко, В. О. Пастушенко, В. Н. Дунаєвський, О. С. Скородумов, О. Г. Тараріко, І. К. Срібний, В. А. Вергунов, Л. П. Коломієць, І. П. Шевченко та інші. Головними установами з питань ерозії ґрунтів Харківського національного центру є Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського» НААН та науково-технічного центру «Родючість» НААН. Серед вищих навчальних закладів провідним в цій галузі є Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва, в якому початок досліджень пов'язаний із роботами засновника генетичного ґрунтознавства Василя Васильовича Докучаєва. Видатними представниками харківської наукової школи є М. К. Шикун, К. Л. Холуп'як, Г. О. Можейко, М. Й. Долгілевич, В. І. Бураков, С. Ю. Булігін, Д. О. Тімченко та інші. Лідером з досліджень процесів ерозії в південному регіоні України є Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова. Засновником цієї наукової школи вважається Г. І. Швєбс. Також до цієї школи відносяться вчені Н. І. Коновалова, Ф. Г. Скаб, П. Т. Челядник, В. Г. Пижков, М. І. Краковський, Б. К. Тютюнник, Н. І. Вардіашвілі, І. М. Волошин, О. О. Світличний, Ф. М. Лисецький, С. Г. Чорний та інші. Особливості ерозійних процесів в умовах західного регіону України досліджували такі вчені як П. О. Гаврик, М. А. Голубець, М. М. Горшенін, А. І. Гуменюк, Й. І. Пасулько, М. І. Наумов, П. М. Нагірний, Й. І. Давидів, І. П. Ковальчук, М. Д. Волощук та інші. Другий підрозділ присвячено характеристиці 11 головних проектних, науково-дослідних інститутів, сільськогосподарських та агролісомеліоративних дослідних станцій України, які активно займаються дослідженнями в галузі ерозієзнавства. Третій розділ присвячено огляду історичних аспектів та механізмів подальшого розвитку досліджень вітрової ерозії. Авторами

монографії відзначається значний негативний вплив вітрової ерозії на стан ґрунтового покриву України. Найбільш видатними вченими, які досліджували особливості дефляційних процесів українських ґрунтів, є В. В. Докучаєв, Г. М. Висоцький, С. С. Соболев, Г. О. Можейко, М. Й. Долгілевич та інші.

Розділ 4 «Сучасний стан, основні завдання та перспективи вирішення проблеми охорони ґрунтів від ерозії» присвячено аналізу сучасного стану ерозієзнавства в Україні. Зокрема відзначається, що більше половини площі земель України припадає на ріллю. Це є однією з найголовніших причин значного розповсюдження деградації ґрунтів нашої країни, значна частка яких припадає на чорноземи. Окрім водної та вітрової ерозії ґрунтового покриву найбільш поширеними деградаційними процесами є втрата гумусу, макро- та мікроелементів, при цьому ці процеси пов'язані між собою. Також у цьому розділі наводиться перелік заходів, застосування яких, на думку авторів монографії, дозволить значно покращити стан ґрунтів нашої держави.

У розділі 5 «Дослідження ерозії ґрунтів лісостепової та степової зон України і Республіки Молдова у фотодокументах» наведено значний фотографічний матеріал, присвячений особливостям прояву та дослідження ерозії ґрунтів, наданий професором М. Д. Волощуком.

Монографія закінчується розділом «Література», в якому наведено повний перелік джерел наукової літератури, яка використовувалася при написанні представленої наукової роботи.

Таким чином, представлена монографія М. Д. Волощука, Н. І. Петренко та С. В. Яценко «Ерозія ґрунтів України: еволюція теорії та практики» є найновішою узагальнюючою науковою працею щодо досліджень в галузі сучасного ерозієзнавства в умовах України. Представлена робота, безумовно, буде корисною у теоретичному та практичному використанні студентами, аспірантами, науковими співробітниками природничих та сільськогосподарських вищих навчальних закладів, наукових установ.

На жаль, ця пізнавальна монографія видана невеликим накладом, всього 300 примірників, що не дасть змоги ознайомитися з даною працею усім бажаним. До побажань можна віднести розширення розділу, присвяченого дослідженням процесів вітрової ерозії ґрунтів в Україні.

А. П. Травлєєв,
член-кореспондент НАН України,
доктор біологічних наук, професор

В. А. Горбань,
кандидат біологічних наук, доцент

TO AUTHORS' ATTENTION !

When preparing the article for sending to the editorial board, stick to the following rules:

1. Send at the address of the editorial board two printed copies of the article, at the e-mail address – electronic version.

The article should be checked carefully, signed by all authors and attended with written reference, signed by Doctor of Sciences of appropriate specialization and expert conclusion about the possibility of open publication of the article.

The size of the article is 10 pages of typescript at the most (one page in the journal format contains about 4500 signs, including the spaces).

The size of the illustrations and tables should be 30 % of the article size at the most.

All text materials should be given in 1,5 intervals. From each edge of the page 2 cm. should be left, shrift – Times New Roman 12 points, indention – 0,8 cm.

When setting the type it is necessary to distinguish between hyphen and dash and to use double angle brackets.

It is obligatory to set a space between initials and a surname. Text materials should be made in the text editor MS Word 2003, 2007, as a document Word (*.doc).

Mathematical formulae and equations should be made in equation editor Microsoft Equation, chemical – in the editor ISIS Draw.

3. Use the units of International Measurement System.

4. The structure of the article:

- UDC index in the upper left corner of the page;
- initials and surnames of all authors (preferably not more than 4 persons), indicating the scientific degree and the academic status of each author;
- the full name and the address of the organization in which the research was conducted (in Ukrainian, Russian and English), e-mail address, telephone number for hot link with the author;
- the title of the article in Ukrainian, Russian and English, which briefly informs about the substance of it and content 13 words at the most;
- the annotation is expanded in English (600-700 words), it should contain the information about the aim, methods, data, scientific novelty, practical importance, key words (6 – 8 words); the annotation is reduced in Ukrainian and Russian, where the results, main conclusions and key words (6 – 8 words) are given;
- the body text of the article should content the following parts: Introduction; Data and methods of the research; Results and their discussion; Conclusions; References.

Tables should be numerated according to their mentioning in the text. Give a brief title at the top of each table. Statistical and other detailed information is given as a note below. Table data should be made in the table editor MS Word 2003, 2007.

Number illustrations according to their discussion in the text. Point at the foot of the illustration its title. The illustrations in the article should have the separate electronic copy. Diagrams and graphic charts should be made in Microsoft Excel, Statistica program packages, schemes – in Visio program package. Save them in the format of these programs as separate files (e.g., petrov_ris1).

The best file formats for scanning the images are TIFF, JPEG, EMF. All elements of text in the images (graphic charts, diagrams, schemes) if it is possible should have a font Times New Roman or Times New Roman Cyr (in a particular instance Courier). Keep each image in a separate object. The images after scanning when printing should be clear, as well as original one.

- gratitude as appropriate is given in the end of the article before the list of references;
- list of used literature. References to the literature should be given in the semicircular brackets with the name of quoted author (or the title of the source if there are more than three authors) and the publication date. In the list of references every Ukrainian-language and Russian-language source should be given through the transliteration in English letters indicating the English translation in square brackets, as well as in semicircular brackets - the original source of language;
- who (from editorial board) recommends the article for publication.

5. Separately the electronic data about the authors which content the information about the surname, name and middle name in full, academic degree, academic rank, workplace (full and

abbreviated name of organization), post, town, country, contact phone number and e-mail are given in Ukrainian, Russian and English.

6. Working at the revision an author should take into account all the notes, retype and send all the materials to the address of the colleague of editors up to the date, noted by an editor. Articles that come after the revision later than in 3 months will be considered as new ones.

Sent materials are not returned back. The editorial board preserves a right to correct and abridge the text or send the script back for revision in the case of nonobservance of the above rules.

Authors take the responsibility for the content of the materials.

ДО УВАГИ АВТОРІВ !

При оформленні статті до надсилання в редакцію просимо дотримуватися таких правил:

1. Надіслати на адресу редакційної колегії два роздрукованих екземпляри статті, на електронну адресу – електронну версію.

Стаття має бути ретельно перевірена, підписана всіма авторами і супроводжуватися письмовою рекомендацією, підписаною доктором наук відповідного профілю та експертним висновком про можливість відкритої публікації поданої статті.

Обсяг статті – не більше 10 сторінок машинопису (одна сторінка у форматі журналу містить до 4500 знаків, включаючи пропуски).

Обсяг ілюстрацій і таблиць не повинен перевищувати 30 % обсягу статті.

2. Усі текстові матеріали роздрукувати через 1,5 інтервала, залишаючи з кожного краю сторінки відступи 2 см, шрифт – Times New Roman 12 пунктів, абзацний відступ – 0,8 см. При наборі статті необхідно розрізняти дефіс і тире, а також застосовувати поліграфічні «ялинки». Між ініціалами та прізвищем обов'язково залишати пропуск. Текстові матеріали підготувати в редакторі MS Word 2003, 2007 як документ Word (*.doc). Математичні формули і рівняння готуйте в редакторі рівнянь Microsoft Equation, а хімічні – у редакторі ISIS Draw.

3. Використовуйте одиниці Міжнародної системи вимірювань.

4. Структура статті:

- індекс УДК у верхньому лівому куті сторінки;
- ініціали та прізвища усіх авторів (бажано не більше 4 особи), із зазначенням вченого ступеня та звання кожного автора;
- повна назва і адреса організації, у якій виконувалися дослідження, подати українською, російською та англійською мовами, а також указати *e-mail*, телефон для оперативного зв'язку з автором;
- назва статті українською, російською та англійською мовами, яка повинна коротко інформувати про її зміст і містити не більше 13 слів;
- анотація: розширена – англійською мовою (600–700 слів), повинна містити інформацію про мету, методику, результати, наукову новизну, практичну значимість, ключові слова (6–8 слів); скорочені – українською та російською мовами, в яких коротко описують результати головних висновків проведених досліджень, ключові слова (6–8 слів);
- основний текст статті повинен містити такі розділи: Вступ; Матеріали та методи досліджень; Результати та їх обговорення; Висновки; Список використаної літератури.

Таблиці повинні бути пронумеровані відповідно до змісту статті. Дати назву до кожної таблиці. Статистична та інша деталізація наводяться під таблицею. Табличні матеріали підготувати у табличному редакторі Word 2003, 2007.

Рисунки нумерують у порядку їх обговорення в тексті. Унизу рисунка указати його назву. Рисунки до статті повинні мати окрему копію в електронному вигляді. Діаграми та графіки слід виконувати у пакетах Excel, Statistica, схеми – у пакеті Visio та зберігати у форматах цих програм окремими файлами (наприклад, petrov_ris1). Найкращими для сканованих зображень є формати файлів TIFF, JPEG, EMF. Усі елементи тексту у зображеннях (графіках, діаграмах, схемах), якщо це можливо, повинні мати гарнітуру Times New Roman або Times New Roman Cyr (в окремих випадках Courier). Кожне зображення зберігайте в окремому об'єкті. Зображення після сканування при роздрукуванні повинно бути чітким, не гіршим за чіткість основного тексту.

- подяки при необхідності подаються наприкінці статті перед списком використаної літератури;

- список використаної літератури. Посилання на літературні джерела слід подавати в напівкруглих дужках із зазначенням прізвища цитованого автора (або назви джерела, якщо авторів більш ніж три) та року видання. У списку використаних джерел кожне україномовне чи російськомовне джерело слід подавати транслітерацією англійськими літерами із зазначенням у квадратних дужках перекладу англійською мовою, а також у напівкруглих дужках – оригінальну мову джерела;

- ким з членів редакційної колегії рекомендовано статтю до публікації.

5. Окремо подаються відомості про авторів в електронному вигляді, які містять інформацію про прізвище, ім'я та по батькові повністю, науковий ступінь, вчене звання, місце роботи (повна та скорочена назва організації), посада, місто, країна, контактні телефони та електронна пошта) українською, російською та англійською мовами.

6. При поверненні статті на доопрацювання автор зобов'язаний урахувати всі зауваження редактора і надіслати виправлені та передруковані матеріали на адресу редакційної колегії в указаний термін. Статті, повернуті після доопрацювання пізніше ніж через 3 місяці, розглядаються як нові надходження.

Подані матеріали не повертаються. Редакція зберігає за собою право виправляти та скорочувати текст, а також повертати рукопис на доопрацювання у разі недотримання наведених вище правил.

Відповідальність за зміст поданих матеріалів несуть автори.

Науковий журнал

ҐРУНТОЗНАВСТВО
2015. Т. 16, № 1–2

Українською, російською та англійською мовами

Засновники:

ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ім. О. ГОНЧАРА,
ТОВ «АГЕНТСТВО «ТЕЛЕПРЕСІНФОРМ»

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ 21140-10940 ПР від 19.01.15 р.

Літературне редагування та коректура – А. О. Черненко
Художньо-технічне оформлення та комп'ютерна верстка – В. А. Горбань

Підписано до друку 02.09.2015 р. Формат 70×108 1/16. Папір офсетний.
Друк плоский. Гарнітура Times New Roman. Умовн. друк. арк. 14.
Замовлення № . Тираж 200 прим.
