



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
УКРАЇНИ



НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
ІНСТИТУТ ҐРУНТОЗНАВСТВА ТА АГРОХІМІЇ
імені О. Н. СОКОЛОВСЬКОГО

АГРОХІМІЯ і ҐРУНТОЗНАВСТВО

МІЖВІДОМЧИЙ
ТЕМАТИЧНИЙ
НАУКОВИЙ
ЗБІРНИК

83



2015
International
Year of Soils

ХАРКІВ – 2015

Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник.
Випуск 83. – Харків: ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», 2015. – 114 с.

AGROCHEMISTRY AND SOIL SCIENCE. Collected papers.
No. 83. Kharkiv: NSC ISSAR, 2015. 114 p.

Збірник публікує наукові статті за результатами теоретичних, експериментальних та методичних досліджень з актуальних напрямів ґрунтознавства, агрохімії, агроекології, землеробства та інших наук, які містять оригінальну інформацію та обґрунтовані висновки.

Згідно з наказом МОН України від 29.12.2014 № 1528 збірник внесено до Переліку наукових фахових видань України в галузях сільськогосподарські і біологічні науки за спеціальностями:

03.00.18 – ґрунтознавство (біологічні науки),

06.01.03 – агроґрунтознавство і агрофізика (сільськогосподарські науки),

06.01.04 – агрохімія (сільськогосподарські науки).

Мови видання: українська, російська, англійська

Редакційна колегія:

С.А. Балюк д.с-г.н. (відповідальний редактор); ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського»
Н.А. Білова д.б.н.; Академія митної служби України
Д.С. Булгаков д.б.н.; Інститут ґрунтознавства ім. В.В. Докучаєва (Москва, Росія)
В.Ю. Гончаренко д.с-г.н.; Інститут овочівництва і баштанництва НААН
М.О. Горін д.б.н.; Харківський національний аграрн. ун-т ім. В.В. Докучаєва
Г.М. Господаренко д.с-г.н.; Уманський національний ун-т садівництва
Ю.М. Дмитрук д.б.н.; Чернівецький національний ун-т ім. Ю. Федьковича
Л.В. Єстеревська д.с-г.н.; ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського»
Т.М. Лактіонова к.с-г.н. (відповідальний секретар); ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського»
В.В. Лапа д.с-г.н.; РУП «Інститут ґрунтознавства та агрохімії» (Мінськ, Білорусь)
М.В. Лісовий д.с-г.н.; ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського»
В.В. Медведєв д.б.н.; ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського»
М.М. Мірошніченко д.б.н. (заст. відп. редактора); ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського»
Е.М. Молчанов д.б.н.; Інститут ґрунтознавства ім. В.В. Докучаєва (Москва, Росія)
Б.С. Носко д.с-г.н.; ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського»
С.М. Польшина д.б.н.; Чернівецький національний ун-т ім. Ю. Федьковича
Є.В. Скрильник д.с-г.н.; ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського»
Д.Г. Тихоненко д.с-г.н.; Харківський національний аграрн. ун-т ім. В.В. Докучаєва
А.П. Травлєєв д.б.н.; Дніпропетровський національний університет
Р.С. Трускавецький д.с-г.н.; ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського»
А.І. Фатєєв д.с-г.н.; ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського»
Ю.Л. Цапко д.б.н.; ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського»
С.Г. Чорний д.с-г.н.; Миколаївський державний аграрний університет

Склад редакційної колегії затверджено Вченою радою ННЦ
«ІГА імені О.Н. Соколовського», протокол № 4 від 14.03.2014 р.

Рік заснування: 1966

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 20942-10742Пр

Засновник: Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» (ННЦ ІГА) вул. Чайковська, 4, м. Харків, 61024, тел. (057) 704-16-69
e-mail: soilscience@ukr.net
www.agrosoil.yolasite.com

Збірник представлено

- на порталі Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського, www.nbuv.gov.ua
- у загальнодержавній реферативній базі даних (РБД) «Україніка наукова»
- у виданні УРЖ «Джерело» Інституту проблем реєстрації інформації НАН України (ІПРІ)

Збірник індексується

наукометричною базою даних РІНЦ (Російський індекс наукового цитування)

Рекомендовано до видання Вченою радою ННЦ ІГА, протокол № 12 від 10.07.2015 р.

ISSN 0587-2596

© Національний науковий центр
«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

ЗМІСТ

ГРУНТОЗНАВСТВО

Русєва С., Розлога Ю., Лунгу М., Вінтіла Р., Лактіонова Т.

Бази даних ґрунтів Болгарії, Молдови, Румунії та України і їх роль у європейському ґрунтовому інформаційному просторі..... 5

Трофименко П.І., Борисов Ф.І.

Наукове обґрунтування алгоритму застосування камерного статичного методу визначення інтенсивності емісії парникових газів із ґрунту..... 17

Пліско І.В.

Оцінка вартості біологічного потенціалу продуктивних земель України..... 24

АГРОХІМІЯ

Найдонова О.Є., Шедєй Л.О., Сябрук О.П., Акімова Р.В., Гвоздик В.Б.

Застосування мікробного препарату поліміксобактерину за вирощування соняшника в органічному землеробстві..... 31

Гладкіх Є.Ю.

Агроекологічні аспекти застосування мінеральних добрив у сільськогосподарському виробництві..... 36

ОХОРОНА ТА ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ

Куценко М.В.

Локальне протиерозійне зонування земель..... 42

Чорний С.Г., Хотиненко О.М., Волошенюк А.В.

Трансформація протидефляційної стійкості ґрунту в контексті сучасних змін клімату..... 49

Дрозд О.М., Афанасьєв Ю.О., Рябцев М.П., Ніколюк В.І.

Засолені поди півдня Херсонської області та їх використання в сільськогосподарському виробництві (на прикладі подів Каланчацького району)..... 54

Левенець В.В., Діордиця В.А., Щур А.О., Авраменко М.О., Євсєєва Є.І., Усіков М.П.

Характеристика стану техногенно змінених ґрунтів житлового селища..... 60

Воротинцева Л.І.

Використання кальцієво-залізовмісних відходів для окультурювання зрошуваних мінералізованими водами і техногенно забруднених ґрунтів..... 67

ІСТОРІЯ НАУКИ

Мигунова Е.С.

Выдающийся отечественный почвовед
К 150-летию со дня рождения Г.Н. Высоцкого (1865-1940)..... 74

РОБОТИ МОЛОДИХ УЧЕНИХ

Зубковська В.В.

Оцінка фосфатного стану ґрунту на основі показників фосфат-буферності..... 80

Криlach С.І.

Оптимальна модель посівного шару чорнозему типового та її переваги..... 83

Хижняк І.М.

Особливості профільної будови і властивостей алювіальних ґрунтів у заплавах річок Мерла та Лопань у Харківській області..... 89

Гетманенко В.А., Папірний М.А.

Трансформація органічної речовини компостів у процесі біоконверсії за даними іч-спектроскопії..... 93

Філімончук Я.С.

Вплив агрохімічного фону чорнозему типового та безпосередньо внесених добрив на мінеральне живлення рослин гречки..... 97

Вега Н.І.

Зміна вмісту лужногідролізованого азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті під впливом мінерального удобрення ячменю ярого..... 100

Нікітіна О.В., Кривда Ю.І.

Вміст калію в основній і нетоварній частинах урожаю культур польової сівозміни залежно від норм добрив і систем удобрення..... 104

Рассадіна І.Ю.

Ефективність застосування мінеральних добрив під рижий ярий на чорноземі опідзоленому..... 107

Артем'єва К.С.

Ефективність позакореневих підживлень рідкими органо-мінеральними добривами посівів ячменю ярого..... 110

CONTENT

SOIL SCIENCE

Rousseva S., Rozloga I., Lungu M., Vintila R., Laktionova T.

Soil databases of Bulgaria, Moldova, Romania and Ukraine, and their participation in the European soil information continuum..... 5

Trofymenko P.I., Borisov F.I.

The scientific substantiation of the algorithm of applying the chamber static method for determining the intensity of hotbed gases emission from the soil..... 17

Plysko I.V.

Cost estimation of biological potential of productive lands in Ukraine..... 24

AGROCHEMISTRY

Naydyonova O.E., Tsygichko G.O., Shedei L.A., Syabruk O.P., Akimova R.V., Gvozdyk V.B.

Application of microbial preparation polymyxobacterin at sunflower cultivation in organic farming..... 31

Hladkikh Ye.

Agroecological aspects of the application of mineral fertilizers in agricultural production..... 36

SOIL PROTECTION and RECLAMATION

Kutsenko M.V.

Local anti-erosion land zoning..... 42

Chornyy S.G., Khotinenko O.M., Voloshenyuk A.V.

The transformation of soils wind erodibility in the context of modern climate change..... 49

Drozd O.M., Afanas'yev Yu.O., Ryabtsev M.P., Nikolyuk V.I.

Saline pods of south Kherson regions and their using in agricultural production (for example Kalanchak pods)..... 54

Levenets V.V., Diorditsa V.A., Shchur A.A., Avramenko N.A., Evseeva E.I., Usikov M.P.

Characteristic of the state of technogenic changed soils of residential township..... 60

Vorotyntseva L.I.

Application of calcium-iron production waste for irrigated by mineral waters and technologically contaminated soils improving..... 67

HISTORY OF SCIENCE

Migunova Ye.S.

Shining domestic soilscientist
To the 150 th anniversary of G.N. Vysotsky (1865-1940)..... 74

YOUNG SCIENTISTS RESEARCHES

Zubkovska V.V.

The soil phosphate status assessment based upon the phosphate buffer capacity indices..... 80

Krylach S.I.

Optimum model of sown layer of chernozem typical and its advantages..... 83

Khyzhnyak I.M.

The features of profile composition and properties of the alluvial soils in the floodplains of Merla and Lopan rivers in Kharkiv region..... 89

Hetmanenko V.A., Papirny M.A.

Organic matter transformation of composts during bioconversion according to IR-spectroscopy... 93

Filimonchuk Ya.S.

Effect of agrochemical background of chernozem typical and fertilizers on mineral nutrition of buckwheat plants..... 97

Vega N.I.

Changing alkali hydrolyzed forms of nitrogen in dark gray podzolized soil under the influence of mineral fertilization of spring barley..... 100

Nikitina A.V., Kryvda J.I.

The content of potassium in the basic and not commodity parts of a yield of cultures in a field crop rotation depending on rates and systems of fertilizers..... 104

Rassadina I.Yu.

Efficiency of mineral fertilizers under false flax on chernozem podzolized..... 107

Artemyeva K.S.

Efficiency of spray fertilization with liquid organic and mineral fertilizers on spring barley crop..... 110

ГРЪНТОЗНАВСТВО SOIL SCIENCE

UDC 631.4

SOIL DATABASES OF BULGARIA, MOLDOVA, ROMANIA AND UKRAINE, AND THEIR PARTICIPATION IN THE EUROPEAN SOIL INFORMATION CONTINUUM

**Svetla Rousseva¹, Iurii Rozloga², Marina Lungu², Ruxandra Vintila³,
Tatyana Laktionova^{4*}**

¹ **Institute of Soil Science, Agrotechnology and Plant Protection “N. Poushkarov”, Bulgaria, (svetlarousseva@gmail.com)**

² **Institute of Pedology, Agrochemistry and Soil Protection “Nicolae Dimo”, Moldova (iu-rozloga@yahoo.com)**

³ **National Research and Development Institute for Soil Science, Agrochemistry and Environment (ICPA Bucharest), Romania, (rvi@icpa.ro)**

⁴ **National Scientific Center “Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O. N. Sokolovsky”, Ukraine, (tnlaktionova@ukr.net)**

** Corresponding author*

This paper presents national approaches to design soil databases in four countries of Southeast Europe. Ways of data collecting are exposed and the basic sources of the soil information are listed. Numerous references of publications provide evidence of the opportunities to use the soil databases in each country for research, as well as their applicability to data harmonization and integration.

Key words: *database; soil; classification; properties; map.*

Introduction

Having announced the 2015 a “Year of Soil”, FAO inspired the world’s soil scientists to focus their efforts to promotion of knowledge on soil cover features and soil properties. The paramount importance of soil as a source of life on Earth makes all of us feel committed to reflect this idea in our proceedings and publications. Establishing soil databases is one of present-day ways to increase the efficiency of multi-purpose applications of knowledge on soil properties. National databases can further be integrated into larger harmonized databases (DBs) (such as, for example, those related to river basins or the whole continent).

Information on national features of soil databases is collected in this article, including their similarities and distinctions, regarding four European countries: Bulgaria, Moldova, Romania and Ukraine.

The national soil databases were created by the following leading Soil Science Centers:

- N. Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnology and Plant Protection (www.issapp.org) in Bulgaria;
- “Nicolae Dimo” Institute of Pedology, Agrochemistry and Soil Protection (www.ipaps.md) in Moldova;
- National Research and Development Institute for Soil Science, Agrochemistry and Environment (ICPA Bucharest) (<http://www.icpa.ro/>) in Romania;
- National Scientific Center “Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O. N. Sokolovsky” (NSC ISSAR) (<http://issar.com.ua>) in Ukraine.

Nowadays, laborers and scholars of Soil Institutes use to employ successfully relevant source of soil information collected in DBs, to be valorized in research, as well as within international projects devoted to further integration of national databases. These

activities join together efforts of soil scientists from different countries to establish a Universal Soil Information Continuum resource.

1. Bulgaria

1.1. Soil survey and soil mapping

The structure of the soil cover of Bulgaria is a result of the evolution of the natural processes from the Pliocene to today's Sub Atlantic, actual neotectonic and anthropogenic influence. Five types of pedo-climate regimes can be distinguished in the country: cryo-udic, meso-udic, meso-ustic, meso-xeric and thermo-xeric [1]. For the last 100 years, collecting, preserving, updating and using soil information have been the main aim of intense investigations involving soil survey, diagnostics, classification and mapping.

The organized systematic study of Bulgarian soils, commissioned by the Ministry of Agriculture, started under the guidance of Nikola Poushkarov in 1911. In 1913 Poushkarov presented the first soil map of the region of Sofia at a scale of 1:126,000. The first soil map of Bulgaria was prepared at a scale of 1:500,000 in 1931. This map showed the geographic distribution of the main soil units. The soil map of Bulgaria at a scale of 1:200,000, which was prepared by Koynov and Tanov [2], gave evidence for a significantly larger number of soil units, compared to those identified in the map from 1931. The monograph "Soils of Bulgaria" [3] collected all the available data of morphological, physical, chemical and physico-chemical characteristics of the main soil units. Systematic large-scale soil survey started in 1956.

Soil map of Bulgaria at a scale of 1:400,000 was published in 1968 [4]. That map was based on the information obtained from the soil survey at a scale of 1:25,000 on over 65 % of the country's territory. The map identified 67 soil units at the levels of group and subgroup, soil texture class and degree of erosion. After generalization of the map at 1:400,000 scale, a soil map at a scale of 1:1,000,000 was compiled and published in the geographic atlas of Bulgaria [5]. It distinguished between 45 soil units. The geographic atlas of Bulgaria included also maps of the geographical distribution of the soils according to their texture [6] and soil reaction [7], both at 1:3,000,000 scales, and maps at 1:2,000,000 scales of the soil geographical regions [8], soil erosion regions [9], and the distribution of the soil resources within the administrative districts of the country [10]. The soil map at a scale of 1:400,000 [4] was digitalized [11] and the spatial distribution of the area distribution of the 67 soil-mapping units was assessed.

Soil survey at a scale of 1:10,000 started in 1971. By 1988 the soil cover of the entire territory of Bulgaria was mapped at 1:25,000 scale and the soil survey at a scale of 1:10,000 was in a progress. Currently, soil maps at a scale of 1:10,000 cover almost the entire territory of Bulgaria. In addition, soil survey and maps at scales from 1:5,000 to 1:1,000 cover territories with particular problems, such as salinization and pollution with heavy metals, arsenic, oil products or radionuclides. By 1988 the soils of Bulgaria had been mapped at 1:25,000 scale and the soil survey at a scale of 1:10,000 was in a progress. Currently, soil maps at a scale of 1:10,000 cover almost the entire territory of Bulgaria. In addition, soil survey and maps at scales from 1:5,000 to 1:1,000 cover land with particular problems, such as salinization and pollution with heavy metals, arsenic, oil products or radionuclides. In 1994, the soil map of Bulgaria at a scale of 1:1,000,000 was completed based on the 1990 FAO revised legend. This map was prepared for incorporation in the soil geographical database of Europe at 1:1,000,000 scale [12].

1.2. Soil information, databases and monitoring

According to the extended systematic list of the soils in Bulgaria, 200 soil units have been defined, each of them carrying coded information about the profile depth, the degree of erosion, classes of soil texture and stoniness, parent material, slope and land evaluation. The formula for coding the soil units is expressed as:

$$N^a \frac{L_{1,2,3,...}}{N_{1,2,3,...}} N^b, \quad (1)$$

where: N^a is the land category, according to the Bulgarian land evaluation system; $L_{1,2,3,...}$ are codes for soil description; N^b is the field index and $N_{1,2,3,...}$ are the codes for texture classes, stoniness, parent materials, etc. The defined soil units are characterized by profile morphological description, particle-size distribution, pH and the amounts of total carbon, nitrogen, phosphorus and calcium carbonates, based on the data from 50,000 main soil profiles. In addition, the information for about 250 soil profiles, representing the main soil varieties, is expanded by analytical data on the humus content, soil-hydrological properties, chemical composition, Fe and Al status, CEC, base saturation, etc.

Archives maintained at administrative level have been created from the basic documents such as soil survey records, remote sensing information, laboratory data forms, climatic parameters, etc. All the relevant information is preserved in Soil Survey Reports in the form of text, tables and maps. The information about the soil resources was summarized, digitalised and systematized in a Geographic Soil Information System by the National Soil Survey Service between 1992 and 2012. The database structure is presented schematically in Fig.1. All paper and electronic records are deposited at the Institute of Soil Science Agrotechnology and Plant Protection "N. Poushkarov", the Ministry of Agriculture and Food and other government and non-government institutions. The soil maps at scales 1: 200,000 and 1:400,000 have been also digitalised.

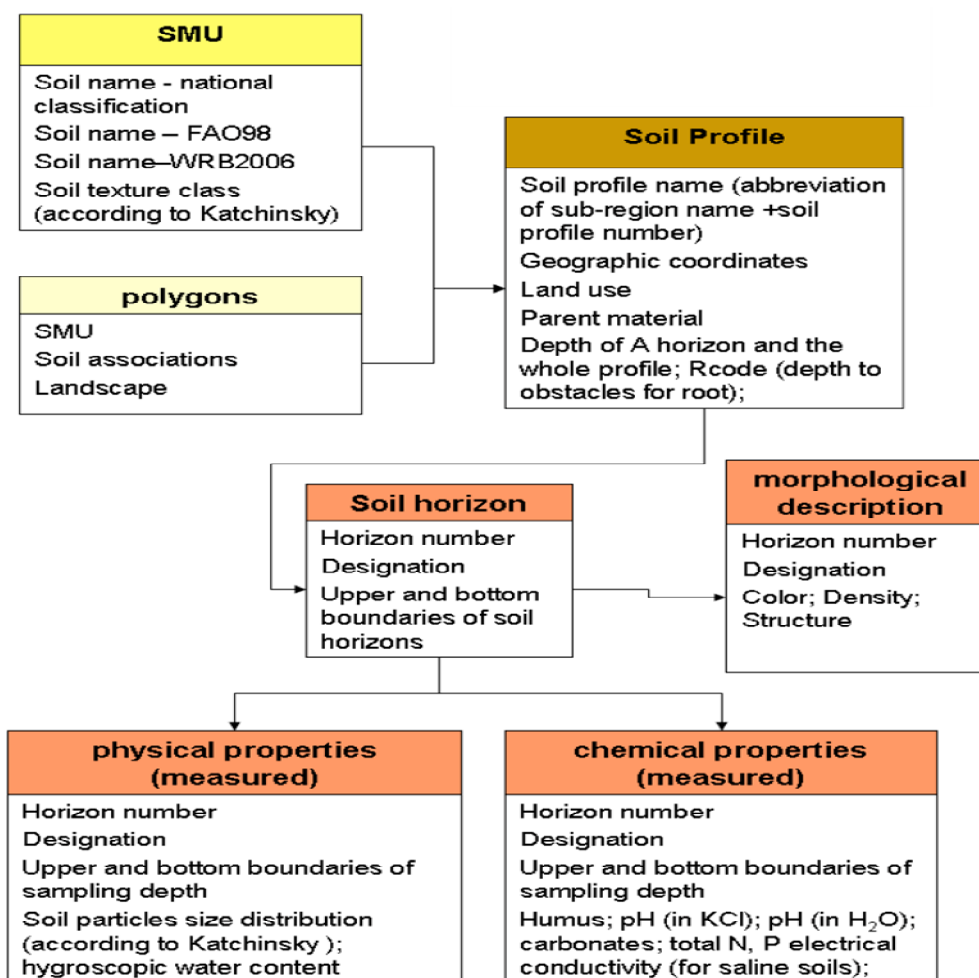


Figure 1. Database structure related to soil map of Bulgaria at scale M 1:200000, following Kercheva et al. [17]

The Ministry of Environment and Water is responsible for protection of the land as a natural resource. There are well-developed procedures for preventive protection of soils from pollution and working Executive Environmental Agency (EEA) responsible for monitoring of the state of lands [13]. The EEA monitoring guarantees control and protection of lands from (i) pollution with heavy metals and metalloids – 318 monitoring stations located by source of pollution, such as industry, chemicals, irrigation and road network; (ii) pollution with persistent organic pollutants – 20 monitoring stations of PAH and PCB and 48 stations for monitoring of pesticides; (iii) acidification – 70 polygons; (iv) salinization – 15 polygons; (v) erosion – GIS for soil erosion risk assessments have been developed [14,15,16].

1.3. Soil classification correlations

Boyardjiev [18, 19] proposed correlations of the national soil classification with Soil Taxonomy and the World Reference Base for soil resources (ISSS-ISRIC-FAO, 1994), which recognized respectively 22 and 19 soil groups. The soil map of Bulgaria at 1:1,000,000 scale [5] was actualised further in 1994, considering the revised legend of the soil map of the world FAO-UNESCO [20], at the level of soil sub-group. This map was prepared for the purposes of the soil geographical database of Europe at 1:1,000,000 scale [12]. Correlations of Bulgarian soil taxonomic classification with WRB are described by Teoharov [21, 22] and Shishkov [23].

2. Moldova

2.1. Geoinformation system for soil quality in Moldova

The Soil Quality Geoinformation System of Republic of Moldova has been developed since 2011. The database system includes digital graphic materials placed in the layer "*SoluriRM*" ("*Soils RM*") and analytical data managed in the layer "*ProfilSol*" ("*Soil Profiles*"). The information archives at the scale 1: 50000 of the Institute of Soil Science, Agrochemistry and Soil Protection "Nicolae Dimo" served as a cartographic basis for the elaboration of the digital map of the soil cover structure. The materials from information archives have been developed based on the soil mapping files of I-st and II-nd cycles and performed by the agricultural field's maps at the scale 1:10000. The materials have been connected to the *MoldRef-99* national coordinated system using MapInfo and ArcGIS programs. The digital layer "*SoluriRM*" was also transformed in raster format (called "*SolRastRM*").

2.2. Soil classification

At the basis of the GIS structure and development of the soil cover digital layer "*SoluriRM*" are the classical principles of soil classification and diagnosis [24, 25]. Soil classification based on the main soil properties - joined in groups according to their origin and productivity particularities - served as background for the layer "*SoluriRM*". The principles of classification are based on a taxonomic system of subordinate units. [26, 27, 28]. This system includes the systematic list of soils, their nomenclature and different indices by which the soils of each unit can be distinguished in the areas with soil associations.

The digital layer structure of "*SoluriRM*" contains 31 fields (181 indicators). The layer includes 25 main fields which characterize soil properties distributed in 7 soils taxonomic classification groups (class, type, subtype, genus, species, variety and rank). These groups are needed to assess and analyze soils by quantitative and qualitative indicators, to determine their natural potential for different use, to prevent and combat soil degradation processes (erosion, humus loss, salinization, alkalization, etc) and to establish soil suitability for irrigation. Other six fields contain a general characterization of the soil area (such as soil code, surface, etc). A synthetic parameter is stored in the field "*Bonit*" (land evaluation) which reflects soil productivity at a soils subtype level. A Real Land evaluation mark calculation - depending on soil properties - is determined by using some

correction coefficients and gets placed in the "BonitCalc" (Land Evaluation Mark) [29].

The attributive base structure of the layer "SoluriRM" can be supplemented with other indicators or parameters. Attributive information is introduced for each soil delineation. This attributive information characterizes soil properties at different quantitative and qualitative levels (values). The graphical database consists of 70,473 soil areas with specific characteristics for each soil delineation according to estimates made using GIS functions. The area occupied by soils in Moldova is 3,109,214 ha out of 3,385,287 ha total area of the country [30, 31].

2.3. Profile data

To maintain the analytical database of Moldavian soils properties, the digital layer "ProfilSol" was developed to characterize soil profiles. As analytical materials are used current archive data from the Institute of Pedology, Agrochemistry and Soil Protection "Nicolae Dima", pedological files and investigation results from the State Planning Institute for Land Management, as well as some materials from the "ACVAPROIECT" Institute. At present, in the database are introduced data of over 500 soil profiles. Data entry is performed in parallel with the soil survey studies.

The digital layer "ProfilSol" structure is made up of several components, such as: general characterization of the territory; field characterization of the profile; characterization of genetic horizons; data on hydro-physical, hydro-geological, hydro-chemical, chemical, physical, physicochemical and physico-mechanical analytical properties, as well as calculated parameters. This layer includes 220 individual fields.

The general characteristic of the territory compartment includes administrative location data of the soil profile (district, village); land use; relief characterization (slope exposition, slope inclination, etc.). The profile field characterization contains the name of the organization, the name of the scientist or soil surveyor who carried out the work in the field, and the soil sampling date; profile geo-referencing (coordinates X, Y, Z); profile number; morphometric features of the profile; soil name etc. In the section titled soil genetic horizons characterization are included horizon serial number, upper and lower horizon boundary, etc. The first three general sections - where soil profile is characterized - contains 31 fields.

2.4. Horizon data

In each genetic horizon database, qualitative and quantitative indices are introduced. This section includes 191 fields, divided by analyzes and type of properties:

- Hydro-physical properties (hygroscopic water content, field water capacity, wilting coefficient, soil wettable, the terminal velocity of water infiltration, etc.) – 6 fields;
- Hydro-chemical properties (groundwater analysis) – 27 fields;
- Physical properties (particle size distribution, size distribution of microaggregates, soil structure, soil particle density, bulk density) – 42 fields;
- Chemical properties (total and active calcium carbonate contents, total and mobile NPK macronutrients content, total and mobile forms of micronutrients content, including heavy metals, pesticides and herbicides content etc.) – 67 fields;
- Physico-chemical properties (total carbon content, humus content, soil reaction, exchangeable cations content, soils aqueous extracts composition) – 47 fields;
- Physico-mechanical properties (swelling degree and penetration resistance) – 2 fields.

In addition, the database structure contains indices obtained by calculation.

The Soil Quality Geoinformation System of Moldova enables precise spatial visualization of areas, facilitating the identification in the field. Introduced attributive characterization allows updating and assessment of soil evolution tendencies. This system also allows the elaboration of complex thematic digital maps at different scales [32-36].

3. Romania

3.1. Soil resources

Romania covers more than 29 % of the Danube Region, being entirely included in this Region of European relevance. The surface of the country is 238,391 km² from which about 31 % represent mountains, 36 % represent hills and plateaus, and 33 % are plains and the Danube Delta.

The soil resources of the Romanian agricultural lands are managed at national level by the Research and Development Institute for Soil Science, Agrochemistry and Environment (ICPA - Bucharest), and at county or regional level by local Offices of Soil Survey and Soil Testing. The Research and Development Institute for Forestry and Forest Management is in charge with the forest soils.

The soil survey methodology in force is described thoroughly in three volumes published in 1986: I - Soil Data Collection and Synthesis, II - Interpreting soil surveys for different purposes, and III - Ecopedological Indicators [37]. A revised guide was released in 2009 for the description of soil profiles in the field, together with the environment conditions [38].

3.2. Soil classification and taxonomy

Soils are classified according to a national system. The first dates back to 1979 and is called the „*Romanian Soil Classification System – RSCS*” [39]. The second system, called the „*Romanian System of Soil Taxonomy – RSST*”, is in force since 2003, with major updates published in 2012 [40]. To a certain extent, RSST preserves the heritage of Romanian school of thought. In addition, it reflects by new terms those that are defined in well-recognized classification schemes at international level, with the goal to correlate RSST with other systems, and primarily with the soil classification system of FAO (i.e., with the “Word Reference Base”, or WRB). On the other hand, over the last years, it emerged that a meticulous work is necessary for the correlation between the two Romanian systems (RSCS and RSST), therefore a dedicated book was published in 2014 [41] [5]. At the same time, the soil mapping units of the „1:200,000 Soil Map of Romania” [42] [6] were redefined by using an extended terminology of the WRB System [43], namely the 475 soil mapping units that had originally been defined according to RSCS.

The „1:200,000 Soil Map of Romania” consists of 50 tiles published from 1963 to 1993 [44]. It represented the basis for the development of the „Geographic Information System of the Soil Resources of Romania – SIGSTAR-200” [45], which manages more than 80,000 soil delineations. Each soil polygon has four attributes collected from the paper map (i.e., the mapping unit, topsoil texture, skeleton, and landslide risk) and six attributes inferred by expert rules (i.e., risk for water & wind erosion, gleyzation, pseudogleyzation, salinisation, and alkalinisation). Besides information on soils, each tile contains other relevant information: (i) maps at the scale 1:500,000 of the landforms and surface lithology, as well as geobotanical and climatic data, and (ii) cross-sections with relationships among the soil cover, landform, surface lithology, and the groundwater depth.

According to [46], this Soil Map at 1:200,000 scale „provides an almost complete pedological information base for the 1:250,000 Geo-referenced Soil Database of Europe planned by the European Soil Bureau”.

The digital soil map SIGSTAR-200 has two versions, being geo-referenced in the national coordinate reference system, which is the “Stereographic 1970” projection on S-42 datum and Krasovsky-1940 ellipsoid, and in the coordinate reference system required by the European INSPIRE Directive. This is – for medium scales – the Lambert Azimuthal Equal Area projection on ETRS 1989 datum and GRS-80 ellipsoid.

3.3. Information resources for soil database

Point information about soil properties for the whole national territory is mainly available due to the “Soil Quality Monitoring in Romania” [47, 48]. This project provides local information about plots belonging to a transborder grid of 16km x 16 km, that was established under the auspices of the United Nations Economic Commission for Europe. The physicochemical laboratory methods, as well as the coordinate reference system used to geo-reference the plots, are according to national standards.

The following properties are measured for all samples [48]:

(i) on disturbed soil samples:

- for the whole soil profile: particle-size distribution and soil reaction (pH);
- for 0-50 cm depth: hygroscopic coefficient, water stable aggregates, humus content, total nitrogen content, available phosphorus content, and extractable potassium content;

(ii) on undisturbed soil samples:

- for the whole soil profile: instantaneous water content, bulk density, saturated hydraulic conductivity, water retention at pF 0, total porosity, and air-filled porosity;
- for 0-50 cm depth: degree of compaction;

Specific analyses are also carried out [48]:

(i) unsaturated soils by base cations:

- for 0-50 cm depth: sum of the exchangeable cations, hydrolytic acidity and the total acidity at pH = 8.3, exchangeable aluminium (for samples with pH < 5.8), cation exchange capacity, and percent base saturation (V);

(ii) saturated soils by base cations (V = 100 %, pH=7.4-8.5) with soil alkaline-earth carbonates without soluble salts:

- for the whole profile: total content of carbonates;
- for 0-50 cm depth: cation exchange capacity;

(iii) soils with soluble salts frequently containing alkaline-earth carbonates and/or gypsum (V = 100 %):

- for the whole profile: conductometric residue;
- alkalic samples: exchangeable sodium, cationic exchangeable capacity, percent base saturation, and salt composition;

(iv) polluted soils:

- for 0-20 cm depth: heavy metal contents (soil total Cu, Zn, Pb, Co, Ni, Mn, Cr, and Cd), soluble sulphur content, soluble fluorine content, organochlorine insecticides content (total HCH and DDT), number of bacteria, number of fungi, and dehydrogenase activity;

According to the results, as compared to the normal values, the soil layer thickness for sampling and analyzing may increase.

In the recent years, the grid for the soil quality monitoring changed to ensure a higher density of points, from 16km x 16 km to 8km x 8 km [49]. The results are not available yet for the national territory.

Another source of systematic spatiotemporal point information is the LUCAS topsoil survey, organized by EUROSTAT and the European Soil Data Centre. The first survey in Romania took place in 2012 when more than 1300 topsoil samples were collected following the LUCAS stratified systematic sampling grid. The following physico-chemical properties were measured according to ISO standards: coarse fragments, particle-size distribution, pH in H₂O, pH in CaCl₂, organic carbon content, carbonate content, soluble phosphorus content, total nitrogen content, extractable potassium content, and the cation exchange capacity. The licence agreement to use the "LUCAS soil" data requires that these data can be communicated only after a proper aggregation to prevent identification of the point locations. The first findings are in press regarding the general tendencies of the main topsoil properties at the level of NUTS 2 statistical regions of Romania resulted from the „2012 LUCAS” survey [50].

Other relevant sources of information, which are according to the national soil survey methodology [37], are the following two databases:

(i) The "PROFISOL" data base of the legacy soil profiles (about 1650, dating from the period 1960 to 1990) that contains: general information about the profile (51 items), general information about the genetic (sub horizons (13 items), morphological information (24 items) and land conditions (38 items) about the profile, morphologic properties (110 items) about the genetic (sub) horizons, physical properties (46+41 items); particle size distribution is according to both Atterberg and USDA systems, and chemical properties (64+34 items for soil and 26 items for groundwater), Maximum 10 (sub)horizons were considered. A detailed presentation of

PROFISOL is provided in Romanian [51], and in English [55] & [46] (all publications are available online);

(ii) The “*BDUST*” database aims at managing the information characterizing the agricultural soil and land of Romania at a large-scale. The data are organized on soil survey works, NUTS3 (counties) and NUTS 5 (“communes”) levels. The concept underlying the BDUST development took into consideration the data requirements of the most frequently used models dedicated to land suitability and land capability evaluation, simulation of soil processes and estimation of crop yields. The elementary spatial object in BDUST is the “land mapping unit” (UT) defined as the result of the superposition of three spatial objects: soil unit, ecologically homogeneous territory, and climatically homogeneous area. Many types of reports are provided to the users, such as land evaluations at the UT level (land rating marks, quality/suitability/capability classes, requirements of land improvement and agro-pedo-ameliorative works), descriptive formulae of soil units and capability units, decoding of formulae, and a set of synthetic data of land evaluation and characterization at the NUTS 5 administrative level. A detailed description of BDUST is given in [53] in English (available online). At present, BDUST manages data for approximately 30 % of the agricultural land of Romania, but the maps are not digitised because of lack of funding.

A last type of achievement reported in the present article refers to pedotransfer functions and rules, the most frequently used being developed by Canarache for estimating soil resistance to penetration [54] and other key physical properties of the soil, limiting factors, degradation processes, soil workability and soil trafficability [55], and by Simota for predicting soil water retention curve [56].

4. Ukraine

4.1. History of database creation

The “Ukrainian Soil Properties” Data Base (UkrSPDB) is created on materials of research from expedition field surveys on agricultural land, accomplished by scientists of the O.N. Sokolowsky Institute for Soil Science (now NSC ISSAR), and on available stock of scientific reports published by soil researchers from associated entities anywhere (totally 73 sources).

The first generalization process of the expeditionary research- results (about 300 soil profiles collected) was completed in mid-80-ies, and its outcomes published as a “Reference Handbook on Physical Soil Properties in the Steppe Zone of Ukraine” [57]. Materials of large-scale soil inspection of the agricultural land of Ukraine (1958-1963) were a basis of this book, which became the beginning of the present- day database.

Nowadays, the database includes minimum 2075 described soil profiles (whereby their quantity input is ever continuing) being duly collected from every part all over the territory of Ukraine, and all this is complemented with explicit characteristics of soil-formation factors and relevant environmental features.

To- date, this is digital multi-purpose soil- database of attributive information with Relational Data Base Management System (DBMS). As the tool for creation of DBMS it is taken an objective focused visually programmed language Visual FoxPro of Microsoft with rushmore-technology for inquiries optimization [58].

4.2. The database structure and features of design

All attributive data are connected with such spatial levels:

- Units of administrative division of the country (region, district, village);
- Spatial units of Nature-agriculture zoning (NAZ) (zone, province, okrug, district);
- Soil polygons on small- (1:1500000) and mid- (1:750000; 1:200000) scale- maps;
- Genetic horizon in profile;
- Sampling layer within the horizon.

Taxonomy units of Ukrainian Soil Classification (type, subtype, genus, kind, parent material, texture) are used in procedures of recording the information on a profile [59]. All

the data are spread throughout nine bi-dimensional tables. Each table includes a thematically selected group of parameters.

T.1. Address and geographic coordinates for the soil profile location. Total 21 fields with the information about administrative region, area, latitude, longitude, altitude, a place in Nature-agriculture zoning (zone, province, okrug, district) etc.

T.2. Nature-agriculture zoning (NAZ) and climate. In 55 fields the basic data on a climate characteristics, a relief and a soil cover within each spatial unit of NAZ (as well as the list of meteorological stations), of Ukraine are included. Also, the table contains data almost about all basic criteria used as well in SOTER methodology [60, 61]. (concerning climate, parent material, relief, vegetation and soil cover);

T.3. Soil classification and general characteristic of soils and soil-forming factors. 25 digital fields with classification attribute to determine a place of soil (profile) in Ukrainian Soil Classification (1977) and description of the basic soil-forming factors – soil surface conditions, vegetation, position of profile concerning a relief element (slope), type and depth of parent material, depth and mineralization of subsoil waters and other.

T.4. Economic and technological characteristic of plot. 10 fields with differ agricultural information about yield of main crops and soil estimation (bonitet).

T.5. The profile data. Soil properties in the genetic horizons. There is accumulated in 112 fields of the table the information on parameters of soil properties within each genetic horizon and each layer of sampling or *in-situ* measurement. Within the top genetic horizon measurements are executed, as a rule, in 2-3 layers (depths).

The following soil properties and characteristics are subjected to measurements for the whole soil profile, on the most inquired points:

- Index of soil horizon, serial numbers and upper and lower boundaries of soil horizon and sampling layer;
- General physical properties (*bulk density; specific density; total porosity* and other);
- Water-physical properties (*field water capacity, permanent wilting point, available water, soil permeability* and other);
- Particle size distribution (PSD) – by Kachinsky method and particle size class of the fine earth, derived from Soil Service Division Staff;
- Size distribution of micro aggregates;
- Structure composition (*percent of macro aggregates of the next sizes: >10, 10-7, 7-5, 5-3, 3-2, 2-1, 1-0.5, 0.5-0.25 mm*);
- Aggregate stability in water (*percent of water stable aggregates of the next sizes: >7, 7-5, 5-3, 3-2, 2-1, 1-0.5, 0.5-0.25 mm*);
- Physical-chemical properties (*pH, exchange acidity, exchangeable cations, organic carbon, humus*);
- The content of nutritious elements (total and extractable);
- Toxicological characteristics (*the content of heavy metals mobile forms*).

T.6. Soil properties in the soil surface or in top layer. 10 fields with data concerning water permeability, stoniness and other are included.

T.7. Agricultural group of soils. Some average characteristics of agricultural group of soils, to which the profile is related within the NAZ map unit (deep of profile, deep of humus horizon, humus content in top layer, occupied area inside NAZ province and other).

T.8. References and analytical methods. The table includes data about a source of relevant information on soil profiles: locus of publication, designation of a Publishing house, originators (name of origin author), as well as methods of measuring each soil property and references on the manual for analysis.

T.9. Calculated parameters. The table is intended as a storage resource of before calculated parameters, including received ones with use of pedotransfer models.

Data are entered in tables either in an absolute kind (the measured parameters) or in the form of codes and classes according to system of designations in the Ukrainian Soil

Classification. For coding data there are 38 special directories. Records are made in Russian, but names of tables, fields and symbols in directories are duplicated in English. Profiles are connected with soil maps of different scales (1:1500000; 1:750000 and 1:200000), that provides many opportunities for the detailed and integrated estimations of a soil cover quality.

4.3. DB for national and international research activity

The DB is used in the NSC ISSAR scientific researches which directed on search of laws in spatial distribution of soil with various properties for their monitoring [62], forecasting of the soil processes evolution and estimation of agronomical serviceability of arable lands [63]. Data are included in the integrated databases built by aid and means of the international initiatives, such as: The Project of Mapping the Soil and Terrain Vulnerability in Central and Eastern Europe (SOVEUR) [64]; INCO-Copernicus Concerted Action on Subsoil Compaction [65]; European Hydro- Pedological Data Inventory (EU-HYDI) [66]; Integrated database of soil resources of Russia, Ukraine and Belarus' [67].

The pedotransfer models for calculation of various physical properties were created by means of the collected data. A typical example is, in particular, the permanent wilting point for chernozems being determined in view of textural fractions' contents (e.g., 0.01–0.005; 0.005–0.001 and <0.001 mm) [68].

The spatially focused parameters of physical soil properties are used to define an optimum set of agricultural soil-tillage equipment, of limited weight and specific vehicle chassis' pressure upon the soil surface. Legends of map schemes that characterize serviceability of Ukrainian soils to being cultivated by a proper method, at a definite depth of tillage and using certain types of agri- machines, were constructed for the territory of Ukraine with use of DB also. Eventually, these map schemes became a keystone of the "Soil-Technological Subdivision of Ukrainian Agricultural Land" [69].

Application of such a capacious data file concerning soil- texture aspects allowed us to carry out research and to prove the real feasibility of transit from analytical proceedings (par Kachinsky method) to USDA/FAO texture- classes. Factors of physical soil parameters' variability in samples of close textural classes, in both above- said classifications (as well as correlation between contents of key fractions and physical soil properties), are of similar nature [70].

The UkrSPDB is a valuable source of the information for determining of soil quality in various regions of the country. The major component of soil quality is its physical properties - physical soil quality. Soil Geocophysic Laboratory has suggested to employ the DB for search of a reference index of physical soil quality (for certain soil types and textures) [71]. Comparison of any soil with its reference muster may serve as a tool for an objective estimation of soil agronomical utility in regions. A set of innovative approaches to soil estimation (via calculations for soil bonitet), in view of soil properties, specific features of terrain and character of climate, with use of a multifunctional soil DB, are also implemented [72].

On the basis of the soil map of Ukraine (M 1:1500000), a series of thematic maps - incorporated in the electronic atlas of maps - is constructed concerning soil qualities [73].

References

1. Boyadzhiev T. Contribution a la connaissance des sols de la Bulgarie. These de doctorat, 1967. Gand, Belgique.
2. Koinov V. and Tanov E. Soil Map of Bulgaria at scale 1:200,000. GUGK, 1956. Sofia, Bulgaria.
3. Antipov-Karataev I.N., Galeva V., Gerassimov I.P., Enikov K., Tanov E. And Tyurin I. (Eds.) The Soils in Bulgaria. Agricultural literature Publisher, 1960. Sofia, Bulgaria.
4. Koinov V., Trashliev H., Yolevski M., Andonov T., Ninov N., Hadzhiyanakiev A., Angelov E., Boyadzhiev T., Fotakieva E., Krastanov S. and Staykov Y. Soil map of Bulgaria at a
5. Koinov V. (Ed.) Soil Map of Bulgaria. In: A. Beshkov (Ed.), Atlas of Bulgaria. BAN, GUGK, 1973a. Sofia, Bulgaria.
6. Koinov V. (Ed.) Map of the Soil Texture. In: A. Beshkov (Ed.), Atlas of Bulgaria. BAN, GUGK, 1973b. Sofia, Bulgaria.
7. Koinov V. (Ed.) Map of the Soil Reaction. In: A. Beshkov (Ed.), Atlas of Bulgaria. BAN, GUGK, 1973c. Sofia, Bulgaria.
8. Koinov V. (Ed.) Map of the Soil Geographical Regions. In: A. Beshkov (Ed.), Atlas of Bulgaria. BAN, GUGK,

1973d. Sofia, Bulgaria.

9. Koinov V. (Ed.) Map of the Soil Erosion Regions. In: A. Beshkov (Ed.), Atlas of Bulgaria. BAN, GUGK, 1973e. Sofia, Bulgaria.

10. Koinov V. (Ed.) Map of the Soil Resources. In: A. Beshkov (Ed.), Atlas of Bulgaria. BAN, GUGK, 1973f. Sofia, Bulgaria. scale of 1:400,000. GUGK, 1968. Sofia, Bulgaria.

11. Atanassov I., Tertyze K., Atanassov A. Background values for heavy metals, PAH and PCB in the soils of Bulgaria. In: K. Tertyze and I. Atanassov (eds.). Assessment of the Quality of Contaminated Soils and Sites in Central and Eastern European Countries (CEEC) and New Independent States (NIS). International Workshop 30 Sept. – 3 Oct. 2001, Sofia, Bulgaria, GorexPress, 2002. Pp. 83-103.

12. European Soil Bureau, Scientific Committee. The Soil Geographical Database of Europe at scale 1:1,000,000. Version 3.28, 11/06/1998 (in progress).

13. Todorova I. Soil protection in environmental aspect. In: K. Tertyze and I. Atanassov (eds.). Assessment of the Quality of Contaminated Soils and Sites in Central and Eastern European Countries (CEEC) and New Independent States (NIS). International Workshop 30 Sept. – 3 Oct. 2001, Sofia, Bulgaria, GorexPress, 2001. Pp. 17-20.

14. Lazarov A., Rousseva S., Stefanova V., Tsvetkova E., Malinov I. Geographic Database and Evaluation of Different Soil Erosion Prediction Models for the Purposes of the Soil Information System. Final report of Research Project Contract No 1108-2556. Ministry of Environment and Water, 2002: Sofia.

15. Rousseva S.S. Information Bases for Developing a Geographic Database for Soil Erosion Risk Assessments. Monograph. N. Poushkarov Institute of Soil Science, 2002: Sofia.

16. Rousseva S., Banov M., Kolev N. Some Aspects of the Present Status of Land Degradation in Bulgaria, In: R. Johnes, L. Montanarella (Eds) The JRC Enlargement Action, Workshop 10-B, Land Degradation. EC-JRC, 2003. Pp. 149-164.

17. Kercheva M., Teoharov M., Shishkov T., Georgiev B., Rousseva S., Kolev N., Filcheva E., Ilieva R., Krasteva V., Hristov B., Dimitrov E., Lubenova I., Mitreva Z. 2011. Challenges for soil data dissemination in GS Soil Project, In: International Conference "100 years Bulgarian Soil Science", 200-204.

18. Boyadzhiev, T. Soil map of Bulgaria according to the Soil Taxonomy - explanatory notes. Soil Science, Agrochemistry and Ecology, 1994a. 29 (4-6), 43-51.

19. Boyadjiev T. Soil map of Bulgaria according to the FAO-UNESCO-ISRIC revised legend. Soil Science, Agrochemistry and Ecology, 1994b. 29 (4-6), 52-56.

20. FAO-UNESCO. Soil Map of the World. Revised Legend. FAO, 1990. Rome.

21. Teoharov M. Correlation of soils indicated in map and classification of Bulgaria with World Reference Base (In Bulgarian). Soil Science, Agrochemistry and Ecology, 2004. 39 (4), 3-13. (Bulg.).

22. Teoharov M. Reference basis for soils in Bulgaria. AA, ISSNIP, 2009. (in Bulgarian).

23. Shishkov, T. Implementation of World Reference Base and Soil Taxonomy within the framework of Bulgarian soil classification. International Conference "100 Years Bulgarian Soil Science", 16-20. May 2011, Sofia.

24. Soils classification and diagnostics in the USSR. Moscow: Kolos. 1977. 223 p. (Rus.).

25. Kaurichev I.S. Soil Science. (4th rev. and adv. edition) Moscow: Agopromizdat, 1989. 719 p. (Rus.).

26. Krupenikov I.A. Chernozems from Moldova. Chisinau: Kartea Moldoveneasca. 1967. 427 p. (Rus.).

27. Krupenikov I.A., Podymov B.P. Classification and systematic list of the soils from Moldova. Chisinau: Stiinta. 1987. 159 p. (Rus.).

28. Ursu A. Soils from Moldova in World Reference Base. Scientific-practical conference sessions on 7-8 Sept. 2006. Current status, soil use and soil protection problems. Chisinau, Phoenix, 2006. Pp. 38-43. (Rom.).

29. Classification and land evaluation marks of the soils from Moldova. In: Official Gazette of the Republic of Moldova no. 212-217 (1566-1571) from 26.11.2004. (Rom.).

30. Rozloga Iurii. Soil cover structure of the sloping land in Republic of Moldova. Știința Agricolă (Agricultural Science). No. 2. Ch.: USAM, 2010. Pp. 7-11 (Rom.).

31. Filipciuc V., Rozloga Iu. Soil cover mapping using GIS technology. "Geo-ecological and bio-ecological problems of the Northern Black Sea Coast", IV International scientific and practical conference on 9-10 November 2012. Tiraspol: State Transnistrian University Publishing house, 2012. Pp. 247-249. (Rus.).

32. Rozloga Iu. Transnistrian digital soil map. Scientific and practical conference "The Nistru River Basin: Environmental issues and transboundary natural resources management." Tiraspol: State Transnistrian University publishing house, 2010 Pp. 165-168. (Rus.).

33. Tulumari M.N., Filipciuc V.F., Rozloga Iu.G. The main forms of Transnistrian soil degradation. Scientific and practical conference "The Nistru River Basin: Environmental issues and transboundary natural resources management." Tiraspol: State Transnistrian University publishing house, 2010. Pp. 244-245. (Rus.).

34. Filipchuk V.F., Rozloga Iu. G. Transnistrian Irrigation Fund. Scientific and practical conference "The Nistru River Basin: Environmental issues and transboundary natural resources management." Tiraspol: State Transnistrian University publishing house, 2010. Pp. 252-254. (Rus.).

35. Rozloga Iu., Filipchuk V.F. Automorph alkaline soils geographical spread and ameliorative characterization in Republic of Moldova. Scientific Conference "Академику Л.С.Беру - 135 лет" (Academician L.S. Berg - 135 years), Bender: Eco-Tiras ("ELAN POLIGRAF") 2011. 426 p. (Rom.).

36. Rozloga Iu. Landslides spatial distribution in Moldova. Scientific Conference "Land use efficiency and soil protection issues". Chisinau: ASM, 2012. Pp. 83-87. (Rom.).

37. Florea N., Balaceanu V., Rauta C., Canarache A. (co-ordinators). Metodologia elaborarii studiilor pedologice (Soil Survey Methodology), ICPA Bucharest: Methods and Reports 20A-20B-20C, 3 volumes, 1986. 191 p.+349 p.+226 p. (Rom.).

38. Munteanu I., N. Florea. 2009. Ghid pentru descrierea în teren a profilului de sol și a condițiilor de mediu specifice. (Guide for description of the soil profile and specific environment conditions in the field). ICPA Bucharest, SITECH, Craiova, Romania. 230 p. (Rom.).

39. Conea A., Florea N., Puiu S. (co-ordinators). Sistemul Român de Clasificare a Solurilor – SRCS (Romanian Soil Classification System - RSCS), ICPA Bucharest, 1979. 174 p. (Rom.).

40. Florea N., Munteanu I. Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor – SRTS (Romanian System of Soil Taxonomy – RSST, SITECH, Craiova, Romania, 2012. 206 p. (Rom.).
41. Vlad V., Florea N., Toti M., Mocanu V. Corelarea sistemului român de clasificare a solurilor (SRCS) cu sistemul român de taxonomie a solurilor (SRTS). Sistemul SRTS+ (Correlation of the Romanian Soil Classification Systems RSCS and RSST. The RSST+ System), SITECH, Craiova, Romania, 2014. 191 p. (Rom.).
42. Florea N., Balaceanu V., Munteanu I., Asvadurov H., Conea A., Oancea C. (co-ordinators). Harta Solurilor Romaniei, scara 1:200.000. Legenda Generală. (The Soil Map of Romania at the scale 1:200,000. General Legend), IGFCOT Bucharest, 1994, 1 tile, A1 format. (Rom.).
43. Vlad V., Florea N., Toti M., Raducu D., Munteanu I., Seceleanu I., Vintila R., Cojocaru C., Anghel V. A., Cotet V., Dumitru S., Eftene M., Gherghina A., Ignat P., Mocanu V., Vranceanu A. Definition of the soil units of the "1:200,000 Soil Map of Romania" using an extended terminology of the World Reference Base System, In: Annals of the University of Craiova – "Agriculture, Mountain Science, and Cadastral Surveying" Series, Vol. XLII (1), 2012. Pp. 615-639.
44. Florea N., Balaceanu V., Munteanu I., Asvadurov H., Conea A., Oancea C., Cernescu N., Popovat M. (co-ordinators). Harta Solurilor Romaniei, scara 1:200.000 (The Soil Map of Romania at the scale 1:200,000). Institutul Geologic -IGFCOT Bucharest, 1963-1993, 50 tiles. (Rom.).
45. Vintila R., Munteanu I., Cojocaru C., Radnea C., Turnea D., Curelariu G., Nilca I., Jalba M., Piciu I., Rasnoveanu I., Siletchi C., Trandafir M., Untaru G., Vespremeanu, R. Sistemul Informatic Geografic al Resurselor de Sol ale Romaniei "SIGSTAR-200": Metodologie de realizare si principalele tipuri de aplicatii (The Geographic Information System of Soil Resources of Romania "SIGSTAR-200": Development and Main Types of Applications), Proc. XVII-th National Conference of Soil Science, Timisoara, Romania, 34A, 2004, Pp. 439-449. (Rom.).
46. Munteanu I., Dumitru M., Florea N., Canarache A., Lacatusu R., Vlad V., Simota C., Ciobanu C., Rosu C. Status of Soil Mapping, Monitoring, and Database Compilation in Romania at the beginning of the 21st century. In: European Soil Bureau - Research Report No. 9, Ispra, Italy, 2004, Pp. 281-296.
47. Dumitru M., Ciobanu C., Motelica D. M., Dumitru E., Cojocaru G., Enache R., Gament E., Plaxienco D., Radnea C., Carstea S., Manea A., Vranceanu N., Calciu I., Mashali A. M. Monitoringul starii de calitate a solurilor din Romania - Soil quality monitoring in Romania, Atlas (ISBN 973-0-02137-6), GNP Publisher, Bucharest, Romania, 2000. 53 p, 24 plates. (Rom.).
48. Dumitru M., Manea A., Ciobanu C., Dumitru S., Vranceanu N., Calciu I., Tanase V., Preda M., Risnoveanu I., Mocanu V., Eftene M. Monitoringul starii de calitate a solurilor din Romania - Soil quality monitoring in Romania, Atlas, Sitech Publisher, Craiova, Romania, 2011, 82p, 55 plates. (Rom.).
49. Dumitru S., Dumitru M., Manea A. Developing the soil quality monitoring network on a 8 x 8 km grid. In: Annals of the University of Craiova – "Agriculture, Mountain Science, and Cadastral Surveying" Series, Vol. XLII (1), 2012, Pp. 219-224.
50. Vintila R., Visan A. N., Dumitru S., Eftene C. A., Radnea C., Voicu P. General tendencies of the main topsoil properties at the level of NUTS 2 statistical regions of Romania resulted from the „2012 LUCAS” survey. XXI-st National Conference of Soil Science - Timisoara, Romania, 2015 (In press).
51. Vlad V., Tarhoaca E., Popa V., Albu V., Iancu R., Baluta M., Tapalaga M., Canarache A., Munteanu I., Florea N., Risnoveanu A., Vlad L., Nache M. Baza de date a profililor de sol, structura si functiuni. (Soil Profile Database, structure and functions). Stiinta Solului – Soil Science, 32 (2), 1997, Pp. 93-118. (Rom.).
52. Canarache A., Vlad V., Munteanu I., Florea N., Răsnoveanu A., Popa D. The Romanian PROFISOL Database. In: Land Information Systems - Developments for planning the sustainable use of land resources, Volume: EC, European Soil Bureau, Research Report No.4, EUR 17729 EN, 1998, P. 329-334.
53. Vlad V., Stan M. G., Nilca I. BDUST – The database of the agricultural soil-land units at large scale of Romania. Basic concepts. Lucrări Stiintifice. Seria Agronomie, USAMV University of Iasi, Romania, 53(3), 2010, Pp. 317-323.
54. Canarache A. PENETR - a generalized semi-empirical model estimating soil resistance to penetration. Soil and Tillage Research, 16(1), 1990, Pp. 51-70.
55. Canarache A. Functii de pedotransfer pentru estimarea unor insusiri fizice ale solului, factori limitativi, procese de degradare, cerinte de lucrari si elemente de tehnologie (Pedotransfer functions for estimation of physical properties of the soil, limiting factors, degradation processes, soil workability and soil trafficability). In: Metode de analiza utilizate in laboratorul de fizica solului (Laboratory methods of soil physical analyses), SITECH Publisher, Craiova, Romania, 2009, Pp. 283-319. (Rom.).
56. Simota C., Mayr T. Predicting the soil water retention curve from readily-available data obtained during soil surveys. Int. Agrophysics, 10, 1996, Pp. 185-188.
57. Gavrik P.A. 1981. Reference book of soil agrophysical properties of Steppe zone of Ukraine/ Kharkiv, Ukrigprovdhoz rotaprint. 205 p.
58. Laktionova T.M., Medvedev V.V., Savchenko K.V., Bigun O.M., Nakisko S.G., Sheiko S.M.. 2012. Soil properties database (structure & operating procedure). 2nd edition. Kharkiv: Apostrof.. 170 p. (Rus.).
59. Polupan N.I. 1988. Soil's Classification. In: "Soils of Ukraine & increasing of their fertility" Editor: N.I. Polupan. T.1. Kyiv: Urozhai. Pp. 116-127.
60. Engelen V.W.P. van and J.A. Dijkshoorn (et al.). 2013. Global and National Soils and Terrain Databases (SOTER). Procedures Manual, Version 2.0, ISRIC – World Soil Information, Wageningen.
61. Medvedev V.V., Laktionova T.M., Breus N.M. 2000. Zoning of territory of Ukraine on SOTER methodology. Agrochemistry and Soil Science. Collected papers. No. 60. ISSAR. Kharkiv. Pp.10-18.
62. Medvedev V.V. 2012. Soil monitoring of the Ukraine. The Concept. Results. Tasks. (2nd rev. and adv. edition). Kharkiv: CE "City printing house". 536 p. (Rus.).
63. Medvedev V.V., Plisko I.V., Bihun O.M. 2014. Invested attraction of an arable lands for Ukraine (the method of determination and mapping analytical estimation). Kharkiv: «Zebrine printing office» Ltd. 186 p. (Ukr.).
64. Medvedev V.V., Laktionova T.M. 1999. SOVEUR project for Ukraine. Soil degradation status and vulnerability assessment for Central and Eastern Europe: Preliminary results of the SOVEUR project. Proceedings of concluding workshop (Busteni, 26-31 Oktober 1999). Pp. 91-93.
65. Medvedev V.V., Laktionova T.M., Lyndina T.E. 2000. Database "Overcompaction of soil" in Ukraine and their practice aspects. Supplement of 2nd Workshop and International Conference on Subsoil Compaction. 29-31 May, 2000.

Szent Istvan University Godollo. Hungary. Pp. 13-18.

66. Laktionova T., Medvedev V., Bigun O., Nakis'ko S., Savchenko K., Sheyko S. 2013. Soil data from Ukraine //European Hydropedological Inventory (EU-HYDI) / European Commission, Joint Research Centre. Publications Office of the European Union. Luxembourg. pp. 106-110.

67. Shoba S.A., Alyabina I.O., Ivanov A.V., Kolesnikova V.M., Krasilnikov P.V., Urusevskaya I.S., Laktionova T.N., Medvedev V.V., Bigun O.N., Nakis'ko S.G., Sheyko S.N., Savchenko K.V., Tsytron G.S., Matychenkov D.V., Shul'gina S.V., Kaluk V.A., Shibut L.I. 2012. The development of an integrated database of soil resources of Russia, Ukraine and Belarus. 4th International Congress EUROSIL, 2-6 July 2012 Soil Science for the Benefit for the Mankind and Environment. Fiera del Levante. Bari, Italy.

68. Laktionova T. M., Nakisko S. G. 2014. Particle Size Distribution as a Basic Characteristic for Pedotransfer Prediction of Permanent Wilting Point// Agricultural Science and Practice.- N 1. Pp. 13-19. Available on: <http://agrisp.com/ua/publications>

69. Medvedev V.V., Laktionova T.N. 2007. Soil-technological zoning of arable land of Ukraine. Publisher "13 Printing house". Kharkiv. 395 p. (Rus.).

70. Laktionova T.M. 2011. About of opportunity for use of USDA/FAO soil textural classification in Ukraine. Agrochemistry and Soil Science. Collection of papers. No. 74. Kharkiv: NSC ISSAR P. 28-36. (Ukr.).

71. Laktionova T.M., Bigun O.M., Sheyko S.M., Nakisko S.G. 2013. The register of standard parameters of soil physical quality for arable land of Ukraine. Visnyk L'vivskogo universytetu. Seriya geografichna. V.44. Pp.161-169. (Ukr.).

72. Medvedev V.V., Plisko I.V. 2006. Estimation and soil quality of arable land of Ukraine. CE "13 Printing house". Kharkiv. 386 p. (Rus.).

73. *Atlas of the maps of Ukrainian soil properties* [Electronic resource]. 2007. Kharkiv. Elect. optical disk (CD-ROM): colour; 12 cm. System requirement: Pentium; Windows. Title Ukr.: Elektronnyi Atlas kart vlastyvostry gruntiv Ukrainy.

Стаття надійшла до редколегії 27.04.2015.

БАЗИ ДАНИХ ҐРУНТІВ БОЛГАРІЇ, МОЛДОВИ, РУМУНІЇ ТА УКРАЇНИ І ЇХ РОЛЬ У ЄВРОПЕЙСЬКОМУ ҐРУНТОВОМУ ІНФОРМАЦІЙНОМУ ПРОСТОРІ

Світла Русєва¹, Юрій Розлога², Марина Лунгу², Руксандра Вінтіла³, Тетяна Лактіонова^{4*}

¹ Інститут ґрунтознавства, Агротехнології та захисту рослин імені Н. Пушкарьова, Болгарія, (svetlarousseva@gmail.com);

² Інститут ґрунтознавства, Агрохімії та захисту ґрунтів імені Н. Дімо, Молдова (iu-rozloga@yahoo.com);

³ Національний науково-дослідний інститут ґрунтознавства, агрохімії та навколишнього середовища, Румунія, (ruxandra0603@gmail.com)

⁴ ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», Україна, (tnlaktionova@ukr.net)

* Для листування

У статті представлено національні підходи до структури ґрунтових баз даних у чотирьох країнах Південно-східної Європи – Болгарії, Молдові, Румунії і Україні. Показано способи збирання і систематизування даних та перелічено основні джерела інформації. Продемонстровано можливості і приклади застосування даних у наукових дослідженнях та оцінюванні стану ґрунтових і земельних ресурсів. Особливої уваги надано аналізу прийнятності національних баз даних для інтегрування та гармонізації їх у міжнародному інформаційному просторі.

Ключові слова: база даних; ґрунт; класифікація ґрунтів; властивості; карта.

УДК: 631.4:551.525:551.51

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ АЛГОРИТМУ ЗАСТОСУВАННЯ КАМЕРНОГО СТАТИЧНОГО МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ЕМІСІЇ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ІЗ ҐРУНТУ

П.І. Трофименко, Ф.І. Борисов

Житомирський національний агроекологічний університет
(ecos@znau.edu.ua)

Проаналізовано методичні особливості застосування найбільш відомих модифікацій камерного статичного методу вимірювання інтенсивності емісії парникових газів з ґрунту (на прикладі CO₂). Удосконалено алгоритм виконання вимірювань і розроблено методику обрахунку величини емісії парникових газів із ґрунту та значень найбільш істотних похибок, залежно від випадків їх

виникнення. Поряд із визначенням в ізолювальній камері концентрації CO_2 , науково обґрунтовано доцільність використання, як додаткових уточнювальних показників, температури та атмосферного тиску повітряної суміші. Доведено, що величина площі поверхні ґрунту в межах камери не впливає на результат вимірювань. Натомість, визначальною є висота камери та глибина її занурення в ґрунт.

Ключові слова: камерний статичний метод; інтенсивність емісії; парникові гази; інтенсивність дихання ґрунту (ІДГ); баланс вуглецю; атмосферний тиск; температура; повна первинна продукція (Gross Primary Production (GPP)); чиста первинна продукція (Netto-Primary Production (NPP)).

Вступ. Як відомо, впродовж трьох останніх десятиріч внаслідок різкого підвищення концентрації в атмосфері парникових газів, спостерігається «парниковий ефект» – підвищення середньої глобальної температури повітря. За таких умов роль достовірних і точних методологій визначення обсягів емісійних втрат ґрунтами органічної речовини, закономірностей її трансформації, характеристик біологічного обігу вуглецю, а також руху і кругообігу в ноосфері інших біогенних елементів, важко переоцінити.

В контексті підсилення парникового ефекту особливої значущості набуває алгоритмізація застосування сучасних технічних засобів вимірювання параметрів життєдіяльності ґрунту. Врахування ширшого спектру факторів навколишнього природного середовища дозволяє більш повно й об'єктивно оцінити закономірності функціонування ґрунтів та різних видів ґрунтових ценозів. Розробка більш інформативних алгоритмів, методологій та методик встановлення параметрів життєдіяльності ґрунту, значною мірою полегшує виявлення взаємозалежностей, які віддзеркалюють ідентифікацію ролі ґрунту у формуванні біологічного обігу органічної речовини, її трансформацію та переміщення в біосфері.

Зрозумілим є той факт, що проведення вимірювання концентрації CO_2 та вирахування абсолютної маси карбону під час його дисипації з ґрунту за неоднакових температури та атмосферного тиску, порівняно з певними «нормальними умовами», потребує чіткого науково обґрунтованого порядку.

Слід зауважити, що вивчення закономірностей протікання емісії парникових газів з ґрунтів до атмосфери з одночасним додатковим вимірюванням величин температури повітря та атмосферного тиску вже мало місце в дослідженнях окремих вчених [1]. Йдеться про вдосконалення профільного методу визначення процесів емісії з ґрунту CH_4 , де врахування означених параметрів виконувало уточнювальну роль.

Альтернативою означеному є підхід, коли вимірювання проводять у певний час кожної доби з метою не лише виявлення конкретних величин емісії парникових газів, але й подальшого розрахунку середньодобових і середньомісячних величин або ж обсягів емісії за вегетаційний період чи сезон [2]. Такий метод був спрямований на штучне «нівелювання» умов вимірювань з метою мінімізації можливого їх впливу на кінцевий результат.

Серед сучасних методів визначення інтенсивності дихання ґрунту (ІДГ) застосовують камерний динамічний [3], профільний [3,4,5], інкубаційний [6] та камерний статичний [7,8,9,10] методи.

Часто визначення ІДГ доводиться здійснювати за різних абіотичних умов атмосфери (атмосферного тиску і температури повітря). Тому в даній статті з метою кращого адаптування камерного статичного методу в частині врахування швидких динамічних змін означених атмосферних факторів, передбачалося розробити методику визначення інтенсивності емісії парникових газів із ґрунту (на прикладі CO_2).

Мета досліджень. Вивчити особливості застосування камерного статичного методу визначення інтенсивності емісії парникових газів із ґрунту до атмосфери. З урахуванням виявлених недоліків науково обґрунтувати та удосконалити алгоритм виконання вимірювань. На прикладі визначення ІДГ розробити власну методику

обрахунку величин інтенсивності емісії парникових газів із ґрунту та значень найбільш істотних похибок, залежно від причин їх виникнення.

Умови проведення досліджень. Дослідження проводили 06.07. та 10.07.2013 р. на дерново-підзолистому зв'язно-піщаному ґрунті та торфово-болотному добре розкладеному ґрунті на території ТОВ «Світанок» Куликівського району Чернігівської області. В ізолювальній камері, виготовленій з нержавіючого металу у формі циліндра, закритого з верхнього краю, з діаметром $d=0,13$ м, висотою $h=0,35$ м, об'ємом $V=0,0455$ м³ одночасно з вимірюванням концентрації CO₂ фіксували температуру повітря та атмосферний тиск.

Для виконання вимірювання камеру встановлювали на поверхню ґрунту, заглиблювали її у ґрунт на 0,05 м, забезпечуючи належну герметичність.

Результати роботи. Як відомо, сутність методу полягає в тому, що під час вимірювання ІДГ або інтенсивності дихання трав'яного ценозу (ІДТЦ) на ґрунт встановлюють закриту камеру, заглиблюючи її на певну, як правило, невелику глибину (до 0,25 м). До початку вимірювання можливе врізання у ґрунт стаціонарних циліндрів невеликого діаметру з нержавіючого матеріалу. Далі – після встановлення камери на початку і в кінці вимірювання у повітряній суміші з допомогою газового хроматографа або газоаналізатора, проводять вимірювання концентрації CO₂ або іншого парникового газу (N₂O, NO, CH₄).

За період застосування означеного методу досліджень паралельно з інноваційним розвитком технічних засобів вимірювання концентрації діоксиду вуглецю, відбувалися й відповідні вдосконалення алгоритму та методологій, які на ньому ґрунтувалися. Такі періодичні поліпшення методологій дозволили усунути недоліки та мінімізувати їх вплив на результати вимірювань.

З метою вивчення особливостей застосування камерного статичного методу визначення інтенсивності емісії парникових газів із ґрунту на різних етапах його розвитку, проаналізували характеристики найбільш відомих його модифікацій, і встановили онтологію його вдосконалення (табл. 1.).

1. Особливості застосування камерного статичного методу визначення інтенсивності емісії парникових газів із ґрунту (на прикладі CO₂)

Модифікації методу		
Макаров Б.Н., 1988 р. [8]	Ларіонова А.А. та ін., 2001 р. [2]	методика, що пропонується
Особливості модифікації на базі методу		
статичний на основі принципу «збагачення»	статичний	статичний вдосконалений
Параметри ізолювальних камер та циліндричних ізоляторів		
розмір камери: 60х30х50 см.	великі камери (ящики) висотою від 40 до 100 см та малі ізолятори (циліндри) з діаметром 10 см.	велика камера 50х50х50 см та малі ізолятори (циліндри) з діаметром 13 см.
Спосіб установлення ізолювальних камер та циліндричних ізоляторів		
камеру врізають у ґрунт, звільнений від рослинності, на певну глибину. Ґрунт навколо камери ущільнюють	камеру врізають у ґрунт (за визначення ІДТЦ рослинність залишають); малі ізолятори розташовують між рослинами, в лісі - між деревами. Ґрунт навколо камери ущільнюють	
Спосіб визначення концентрації газу		
титриметричний	газохроматографічний	сенсорний
Тривалість експозиції		
обирають залежно від інтенсивності виділення ґрунтом CO ₂ .	з метою уникнення похибок час експозиції не перевищує 30 хв.	завдяки врахуванню температури та тиску час експозиції може бути тривалим (>30 хв.) і залежить від мети досліджень та заданої точності вимірювань
Врахування зміни температури та тиску в камері		
не передбачено	не передбачено	враховують вплив зміни температури та тиску всередині камери на величину концентрації CO ₂

Як видно з наведених даних, особливості застосування названого методу досліджень достатньо повно ілюструються шістьма основними позиціями, які дозволяють не лише ідентифікувати суть модифікації, а також виявити незначні недоліки та переваги кожної з них.

Аналізуючи представлені модифікації камерного статичного методу виявили, що певну обмеженість щодо вільного обрання тривалості експозиції вимірювань, сьогодні слід вважати основним недоліком модифікацій Б.Н. Макарова [8] і А.А. Ларіонової та ін.[2].

У разі тривалої експозиції (> 30 хв.) одним з найістотніших недоліків статичного методу слід вважати невідворотне підвищення всередині камери температури повітря та зміну атмосферного тиску. У подальшому в камері спостерігається так званий «ефект насичення», який змінює лінійний характер підвищення концентрації CO₂ [2]. Як справедливо зауважують Kutzbach L., Schneider J., Sachs T. та ін. [11], внаслідок виникнення градієнту концентрації між ґрунтом і повітрям всередині камери, порушуються природні потоки CO₂ з ґрунту, що викликає уповільнення процесів продукування і дисипації діоксиду вуглецю та знижує об'єктивність досліджень [11].

Це відбувається внаслідок того, що частина діоксиду вуглецю, в результаті виникнення градієнту концентрації між повітрям всередині камери і повітрям у ґрунті, а також між газом в камері і повітрям назовні, в результаті дифузії потрапляє у ґрунт. Тому дослідники змушені або вдаватися до скорочення часу експозиції вимірювання, або ж вводити необхідні поправки на зміну всередині камери температури та атмосферного тиску (див. табл. 1. пп. 5 і 6).

Слід зауважити, що зміна рівномірного підвищення концентрації CO₂ в камері може відбуватися не лише в результаті дифузії газу в ґрунт, але також у разі його витрат для забезпечення процесу фотосинтезу рослин у прозорій камері під час визначення обсягів секвестрації (стоку) вуглецю. Отримані в такий спосіб дані можуть бути використані в ході оцінки кругообігу та балансу органічного вуглецю в ноосфері, для розрахунку показників повної первинної продукції Gross Primary Production (GPP) і чистої первинної продукції Netto-Primary Production (NPP). Як відомо, величина GPP являє собою весь вуглець, який поглинає рослина під час фотосинтезу для формування зеленої маси, тоді як величина NPP представляє весь вуглець, що асимілюється рослиною, за винятком тієї частини, яка використовується нею на власне дихання.

Зважаючи на вищезазначене, а також на виняткову цінність та функціональність даного методу досліджень, він потребує вдосконалення і певної уніфікації.

Як зазначалося, обґрунтування алгоритму визначення та обчислення абсолютної маси газів із ґрунту в результаті їх емісії до атмосфери показано на прикладі CO₂. Такий алгоритм включає три нижченаведені складові (система SI).

1. Визначення густини вуглекислого газу. Повітря у камері можна вважати ідеальним газом. Тоді тиск повітря визначають таким чином:

$$P = nkT, \quad (1)$$

де n – концентрація молекул повітря; k – стала Больцмана; T – температура газу за шкалою Кельвіна.

З урахуванням законів Дальтона та Авогадро легко констатувати, що

$$\rho_{CO_2} = \mu_{CO_2} \frac{P}{RT} C_{ppm}, \quad (2)$$

де ρ_{CO_2} та μ_{CO_2} густина і молярна маса вуглекислого газу відповідно, C_{ppm} –

мольна концентрація вуглекислого газу, $R \approx 8.314 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$ – молярна газова стала.

2. Розрахунок поправки на об'єм та температуру.

З рівняння стану ідеального газу $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ випливає, що

$$V_2 = \frac{P_1 T_2}{P_2 T_1} V_1, \quad (3)$$

де V_1 – об'єм повітря у камері за температури T_1 та тиску P_1 (початковий об'єм повітря), V_2 – величина початкового об'єму повітря за температури T_2 та тиску P_2 , P_1, T_1 та P_2, T_2 – початкові та кінцеві значення тиску і температури відповідно.

Зміна початкового об'єму повітря у камері становитиме:

$$\Delta V = V_2 - V_1 = \left(\frac{P_1 T_2}{P_2 T_1} - 1 \right) V_1 \quad (4)$$

Позначивши $\frac{P_1 T_2}{P_2 T_1} - 1 = \alpha$, отримуємо:

$$\Delta V = V_1 \alpha \quad (5)$$

Якщо коефіцієнт $\alpha > 0$, то поправка на об'єм розраховується за формулою (5), якщо ж $\alpha \leq 0$, то поправка на об'єм дорівнює 0.

Таким чином, якщо $\alpha \leq 0$, то $V_2 = V_1$, а при $\alpha > 0$

$$V_2 = (1 + \alpha) V_1 \quad (6)$$

Масу CO_2 у камері розраховують за формулою:

$$M_{\text{CO}_2} = \mu_{\text{CO}_2} \frac{P}{RT} V_2 C_{\text{ppm}} \quad (7)$$

З урахуванням поправки на зміну об'єму маємо, що при $\alpha \leq 0$

$$M_{\text{CO}_2} = \mu_{\text{CO}_2} \frac{P}{RT} V_1 C_{\text{ppm}} \quad (8)$$

Співвідношення (7) і (8) дають можливість за виміряною газоаналізатором концентрацією визначити масу оксиду вуглецю.

Об'єм повітря в камері розраховують за формулою:

$$V_1 = S(h - h_z), \quad (9)$$

де S – площа основи камери; h – висота камери; h_z – глибина занурення камери в ґрунт.

Тоді при $\alpha > 0$ маємо:

$$M_{\text{CO}_2} = \mu_{\text{CO}_2} \frac{P}{RT} (1 + \alpha)(h - h_z) S C_{\text{ppm}} \quad (10)$$

Масу CO_2 що виділяється з одиниці площі поверхні ґрунту в межах камери

$m_{\text{CO}_2} = \frac{M_{\text{CO}_2}}{S}$ знаходимо за формулою:

$$1) \text{ якщо } \alpha \leq 0 \quad m_{\text{CO}_2} = \mu_{\text{CO}_2} \frac{P}{RT} (h - h_z) C_{\text{ppm}} \quad (11)$$

$$2) \text{ якщо } \alpha > 0 \quad m_{\text{CO}_2} = \mu_{\text{CO}_2} \frac{P}{RT} (1 + \alpha)(h - h_z) C_{\text{ppm}} \quad (12)$$

Таким чином, під час визначення маси C-CO_2 в ізолювальній камері у разі застосування камерного статичного методу величина площі поверхні ґрунту в межах

камери (S) не є визначальною. Натомість, має значення висота камери та глибина її занурення в ґрунт. Методологічно подібного висновку дійшли А.А. Ларіонова та ін. (2001) і в подальшому застосовували відповідну формулу [2].

Маса карбону m_c , що виділяється з одиниці площі поверхні ґрунту в межах камери, обчислюється за формулою: $m_c \approx 0,27273 m_{CO_2}$.

Виходячи з вищенаведеного, інтенсивність дихання ґрунту (E_{CO_2}) з одиниці площі поверхні ґрунту (1 м^2) за одиницю часу (1 с) визначаємо за формулами:

1) якщо $\alpha \leq 0$

$$E_{CO_2} = \mu_{CO_2} \frac{h - h_z}{Rt} \left(\frac{P_2}{T_2} C_{2ppm} - \frac{P_1}{T_1} C_{1ppm} \right) \quad (13)$$

2) якщо $\alpha > 0$

$$E_{CO_2} = \mu_{CO_2} \frac{h - h_z}{Rt} \left(\frac{P_2}{T_2} (1 + \alpha) C_{2ppm} - \frac{P_1}{T_1} C_{1ppm} \right) \quad (14)$$

З урахуванням того, що $1 + \alpha = \frac{P_1 T_1}{P_2 T_2}$ формулу (14) можна записати у вигляді:

$$E_{CO_2} = \mu_{CO_2} \frac{(h - h_z) P_1}{Rt T_1} (C_{2ppm} - C_{1ppm}) \quad (15)$$

3. Розрахунок абсолютної та відносної похибок E_{CO_2} та E_c . Відносна похибка ε , визначення інтенсивності емісії ґрунтом діоксиду вуглецю (карбону) E_{CO_2} , (E_c) складається з похибок, залежно від джерел їх виникнення і знаходиться за формулою:

$$\varepsilon = \frac{\Delta \mu_{CO_2}}{\mu_{CO_2}} + \frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta T}{T} + \frac{\Delta t}{t} + \frac{\Delta h + \Delta h_z}{h - h_z} + \frac{\Delta C_{2ppm} + \Delta C_{1ppm}}{C_{2ppm} - C_{1ppm}} \quad (16),$$

де складовими наведеної формули є похибки, що утворилися внаслідок врахування таких величин:

$\frac{\Delta \mu_{CO_2}}{\mu_{CO_2}}$	- молярна маса CO_2
$\frac{\Delta P}{P}$	- атмосферний тиск у камері
$\frac{\Delta R}{R}$	- молярна газова стала
$\frac{\Delta T}{T}$	- температура повітряної суміші в камері
$\frac{\Delta t}{t}$	- час експозиції
$\frac{\Delta h + \Delta h_z}{h - h_z}$	- висота приладу та глибина його занурення в ґрунт
$\frac{\Delta C_{2ppm} + \Delta C_{1ppm}}{C_{2ppm} - C_{1ppm}}$	- концентрація діоксиду вуглецю, виміряна газоаналізатором, та точність вимірювань приладу в конкретному діапазоні

Слід зазначити, що наведена формула (16) є справедливою, коли $\alpha > 0$. При цьому температура газової суміші в закритій камері разом з атмосферним тиском підвищується (див. форм. 4). Якщо ж передбачати можливість зниження температури і тиску за час експозиції, що мало ймовірно, то формула для обрахунку буде мати дещо інший вигляд.

Частина величин похибок зазначається виробниками. У даному випадку для

газоаналізатора «Testo-535», який використано в ході досліджень, значення $\frac{\Delta C_{ppm}}{C_{ppm}}$ становить у разі вимірювання значень концентрації до 5000 ppm – 0,02, а від 5000 до 10000 ppm – 0,03.

Абсолютні похибки необхідно розраховувати за такими формулами:

$$\Delta E_{co_2} = E_{co_2} \cdot \varepsilon \quad (17)$$

$$\Delta E_c = E_c \cdot \varepsilon \quad (18)$$

Результати обрахунку величини ІДГ за формулами 13, 15, 16, 17 наведено в таблиці 2.

2. Обрахунок величини ІДГ ґрунтів з урахуванням температури та атмосферного тиску

Ґрунт, тип використання	Приріст, ΔCO_2 , ppm	α	ІДГ		Похибка	
			кг/м ² /с	мг/м ² /хв.	±	%
Дерново-підзолистий зв'язно-піщаний ґрунт на давньому алювії (кукурудза)	396	0,0023	$8,3 \cdot 10^{-8}$	4,98	0,52	10,5
Торфово-болотний добре розкладений ґрунт на сучасному алювії, підстиляється з глибини 0,2-0,5 м, осушений	933	0,004	$1,96 \cdot 10^{-7}$	11,74	0,90	7,7

Слід зауважити, що варіювання α відбувається не лише в результаті зміни температури і тиску всередині камери, а також залежно від вихідних значень температури повітря і атмосферного тиску в момент вимірювань, що своєю чергою дозволяє враховувати вплив погодних чинників на кінцевий результат вимірювання.

Висновки. Вдосконалено алгоритм вимірювання інтенсивності емісії та дисипації газів ґрунту до атмосфери із застосуванням камерного статичного методу на прикладі CO_2 . Запропоновані формули (13, 15, 16, 17), що є частиною алгоритму, є універсальними і можуть бути використані під час обрахунків обсягів виділення ґрунтами різних парникових газів – CO_2 , NO , N_2O , CH_4 . Для цього у наведених формулах необхідно увести характерну для конкретного газу величину μ та виміряні значення концентрації C_{1ppm} , C_{2ppm} . В результаті виведення формул 9, 10, 11 і 12 показано, що у разі застосування камерного статичного методу визначення маси органічного вуглецю та ІДГ, величина площі поверхні ґрунту в межах камери не впливає на результат вимірювань. Натомість, визначальною є висота камери та глибина її занурення в ґрунт.

Список використаної літератури

1. Александров Г.А. Сравнительный анализ методов измерения эмиссии газов из почвы в атмосферу / Г.А. Александров, М.А. Соколов, А.Л. Степанов // Почвоведение. - 1996. - № 10. - С. 1192-1194.
2. Ларионова А.А. Годовая эмиссия CO_2 из серых лесных почв южного Подмосквья / Л.Н. Розанова, Т.С. Демкина [и др.] // Почвоведение. - 2001. - № 1. - С. 72-80.
3. Freize D., Kadziene G. The influence of soil organic carbon, moisture and temperature on soil surface CO_2 emission in the 10th year of different tillage-fertilization management // Zemdirbyste-Agriculture. - Vol. 95. - № 4 (2008). - P. 29-45.
4. De Jong E., Redmann R., Ripley E.A. A comparison of methods to measure soil respiration// Soil Sci. - 1979. - V. 127. - P. 300-306.
5. Vose J.M., Elliott K.J., Johnson D.W. Soil CO_2 flux in response to elevated atmospheric CO_2 and nitrogen fertilization: patterns and methods // Advances in soil Science. Soil and global change / Eds Lar R. et al. CRC / Lewis Publishers, Boca Raton. - 1995. - P. 199-208.
6. Демкина Т.С. Определение скорости продуцирования CO_2 почвой в полевых условиях / Т.С. Демкина // Агрохимия. - 1989. - № 3. - С. 112-115.
7. Ларионова А.А. Динамика газообмена в профиле серой лесной почвы / А.А. Ларионова, Л.Н. Розанова, Т.И. Самойлов // Почвоведение. - 1988. - № 11. - С. 68-74.

8. Макаров Б.Н. Газовый режим почвы / Б.Н. Макаров. - Москва: Агропромиздат, 1988. - 105 с.
9. Паников Н.С. Биологическая продуктивность систематически удобряемого сенокосного луга на аллювиальной луговой почве / Н.С. Паников., Г.А. Соловьев, В.Д. Афремова // Вестник Моск. ун-та. - 1989. - № 1. - С. 58-66.
10. Федоров-Давыдов Д.Г. Дыхательная активность тундровых биоценозов и почв Колымской низменности / Д.Г. Федоров-Давыдов // Почвоведение. - 1998. - № 3. - С. 291-301.
11. Kutzbach L., Schneider J., Sachs T. et al. CO₂ flux determination by closed-chamber methods can be seriously biased by inappropriate application of linear regression // Biogeosciences. - 2007. - Vol. 4. - P. 1005-1025.

Стаття надійшла до редколегії 02.02.2015

THE SCIENTIFIC SUBSTANTIATION OF THE ALGORITHM OF APPLYING THE CHAMBER STATIC METHOD FOR DETERMINING THE INTENSITY OF HOTBED GASES EMISSION FROM THE SOIL

P. I. Trofymenko, F.I. Borisov

Zhytomir National Agroecological University
(ecos@znau.edu.ua)

The paper analyzes the peculiarities of applying the chamber static method of measuring the intensity of hotbed gases emission from the soil (on the pattern of CO₂). Consideration is given to the most well – known modifications of the above method. The algorithm of taking measurements is improved, the technique of calculating the intensity of gas emission from the soil and the values of the most essential errors depending on the origin sources are developed. With determining the concentration of CO₂ in the isolation chamber the author substantiates scientifically the expediency of using temperature and the atmospheric pressure and the aerial mixture pressure as additional specifying indices. The substantiation of the algorithm of calculating the values of E_{CO2} and ISR makes it possible to prove that the size of the area of the soil surface within the chamber boundaries does not affect the results of measurements. The height of the chamber and the depth of its location in the soil are the most significant.

Key words: chamber static method; intensity of emission; hotbed gases; soil respiration intensity (SRI); carbon-gas balance; atmospheric absolute pressure; temperature; Gross Primary Production (GPP), Netto-Primary Production (NPP).

УДК 631.43

ОЦІНКА ВАРТОСТІ БІОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПРОДУКТИВНИХ ЗЕМЕЛЬ УКРАЇНИ

І.В. Плisko

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»
(irinachujan@gmail.com)

Наведено результати розрахунку вартості біологічного потенціалу продуктивних земель у межах ґрунтових полігонів на карті ґрунтів України масштабу 1:1500000. Розрахунки виконано за методикою І.І. Карманова та ін., модифікованою на основі методичного підходу, запропонованого в ННЦ ІГА імені О.Н. Соколовського. Для визначення вартості біологічного потенціалу продуктивних земель враховують кількість вологи, використаної рослинами на формування маси надземної та підземної частин. Для розрахунків з бази даних лабораторії геоєкофізики ґрунтів «Властивості ґрунтів України» залучено параметри щільності будови ґрунтів, а з агрокліматичних довідників взято параметри запасів вологи у критичні періоди розвитку рослин та суми опадів протягом вегетації. Побудовано картосхему вартості біологічного потенціалу основних орних ґрунтів країни.

Ключові слова: біологічний потенціал; продуктивні землі; ґрунти; вартість.

Вступ. Згідно з офіційним визначенням Міжнародного координаційного комітету з термінології та понять в галузі продукційних досліджень, біопродуктивність – це сукупність процесів творення, трансформації, поглинання і проходження енергії через еколого-біологічні системи різних рівнів – від окремих організмів до

біогеоценозу (екосистеми). Мірою біологічної продуктивності є величина продукції (біомаси), створюваної за одиницю часу на одиниці простору. Дослідження біологічної продуктивності природних систем – необхідна основа раціонального використання, охорони і забезпечення відтворення біологічних ресурсів Землі [1, 2]. Поняття «біологічна продуктивність», стосовно ґрунтів та земель, у багатьох випадках є аналогічним поняттю «родючість», але за змістом є більш широким, оскільки може стосуватися не лише ґрунту, але й біогеоценозу чи екосистеми в цілому.

За довідником О.І. Фурдичко [3], природний потенціал – це здатність природних систем створювати будь-яку продукцію, що використовується у господарській діяльності людини і виражається групою еколого-економічних показників. *Природний біологічний потенціал ґрунту – здатність ґрунту виконувати свої функції, зберігаючи при цьому свою структуру та природні (генетичні) особливості.*

Землі, які здатні виробляти біологічну масу, мають бути віднесені до продуктивних. Рівень потенційної продуктивності земель вимірюється об'ємом та якістю виробленої біомаси. Факторами, що визначають цінність орних земель та найменше змінюються, є кліматичні умови. Частково їх можна змінити шляхом осушення або зрошення земель та здійснення заходів, спрямованих на накопичення вологи та підвищення температури ґрунту. Кліматичні та погодні умови суттєво впливають на сільськогосподарське виробництво та значною мірою визначають урожаї вирощуваних культур, якість сільськогосподарської продукції, витрати на її виробництво, особливості агротехнічних та технологічних заходів, територіальну спеціалізацію. До основних кліматичних факторів, які визначають продуктивність, належать термічні і, частково, світлові індикатори, вологозабезпеченість, умови зимування рослин, несприятливі метеорологічні явища.

Вплив вологозабезпеченості території на продуктивність рослин пов'язаний, в основному, з кількістю доступної рослинам ґрунтової вологи та поживних речовин. Найбільш інтенсивне накопичення біомаси відбувається у місцях з достатнім зволоженням, де річні суми опадів та випаровуваність є збалансованими. При цьому запаси ґрунтової вологи протягом вегетаційного періоду є вищими за нижню межу оптимального зволоження, тобто, знаходяться на близькому до найменшої (польової) вологоємності рівні. Оптимум вологозабезпеченості відповідає приблизно вологості на рівні 60 % від польової вологоємності.

Для оцінки вологозабезпеченості території найчастіше використовують коефіцієнт зволоження за Івановим, який розраховують як співвідношення кількості опадів до їх випаровуваності (визначають за випаровуваністю з поверхні водоймищ) за рік.

В Росії оцінку природного біологічного потенціалу продуктивних земель виконують за методом І.І. Карманова і ін. [4], згідно з яким, біопотенціал земель залежить від ґрунтів і клімату, а також, значною мірою, – від умов рельєфу. В окремих випадках на біопотенціал можуть впливати і деякі інші екологічні фактори.

У роботах І.І. Карманова [5,6], Л.А. Карманової [7] та Д.І. Шашко [8] показано тісний зв'язок між сумами температур вище 10°C і накопиченням рослинної маси. Встановлено, що накопичення рослинної маси (урожайність, продуктивність земель) є пропорційним сумах цих температур, хоча залежність не є чітко лінійною. У цих же роботах показано зв'язок між накопиченням рослинної маси і коефіцієнтами зволоження (відношенням кількості опадів до потенційної випаровуваності). Встановлено, що продуктивність земель є пропорційною коефіцієнту зволоження, де, знову ж таки, зв'язок не є лінійним. Дослідженнями І.І. Карманова доведено існування нелінійної залежності біологічного потенціалу продуктивних земель від ступеня континентальності клімату [6].

Зв'язок між біологічним потенціалом продуктивних земель і умовами рельєфу проаналізовано у працях І.І. Карманова [5,6], А.А. Жученко [9] та О.Н. Романової зі співавт. [10]. Вплив рельєфу проявляється через якість ґрунтів, яка змінюється, залежно від крутості та експозиції схилів, від чого також залежать умови волого- і теплозабезпеченості, порівняно з плакорними умовами. Формули зв'язків між кліматичними показниками та умовами рельєфу наведено в роботі І.І. Карманова і Д.С. Булгакова [11]. На підставі аналізу зв'язків між біологічним потенціалом продуктивних земель, з одного боку, і ґрунтово-екологічними умовами, з іншого, автори пропонують такі формули для розрахунку природної продуктивності земель:

– для не заплавлених умов:

$$ППЗ = 1,1 \times (2 - V) \times Дс \times (\Sigma t > 10^\circ + 1500^\circ) \times (КЗ - 0,05) + (КК + 120), \quad (1)$$

– для заплавлених умов:

$$ППЗ = 1,7 \times (2 - V) \times Дс \times (\Sigma t > 10^\circ + 1500^\circ) \times (КЗ - 0,05) + (КК + 120), \quad (2)$$

де **ППЗ** – природна продуктивність земель (центнерів кормових одиниць на гектар); **V** – усереднена щільність метрового шару ґрунту [6]; **Дс** – коефіцієнти на додатково враховані властивості ґрунту [6]; $\Sigma t > 10^\circ \text{C}$ – сума температур понад 10°C ; **КЗ** – коефіцієнт зволоженості (величини **КЗ** більше 1,2 беруть рівними 1,2); **КК** – коефіцієнт континентальності клімату (величини **КК** понад 200 беруть рівними 200).

Природна продуктивність земель – це продуктивність природних кормових угідь, не погіршених випасом худоби, процесами деградації тощо. Продуктивність прирівнюється до рослинної маси кормових угідь, визначеної під час сінокошення.

У нормативному документі Російської Федерації [12] наведено кадастрові ціни на сільськогосподарську продукцію. Згідно з цими цінами середня вартість однієї кормової одиниці сіна всіх видів і зеленої маси пасовищної рослинності становить 68,4 % від середньої вартості зерна. Оскільки вартість 1 т зерна (за середньосвітовими цінами) у 2003 році становила 120 доларів [6], то 1 т кормових одиниць природної рослинності у цьому разі коштувала 82 долари (або 1 центнер кормових одиниць – 8,2 долара).

У природних умовах ґрунт може виробляти рослинну масу досить довгий час. У разі збирання надземної частини цієї маси властивості ґрунтів не погіршуються, адже підземна частина рослинної маси значно перевищує надземну. У зв'язку з цим для об'єктивної оцінки землі потрібно обрати часовий термін, протягом якого необхідно визначити вартість рослинної маси, яку вирощено природним шляхом (без грошових витрат).

Згідно з державною кадастровою оцінкою сільськогосподарських угідь Російської Федерації [12], строк капіталізації земельної ренти становить 33 роки. Спираючись на цей документ для оцінки вартості природної продуктивності земель, як складової оцінки вартості землі, прийнято вартість рослинної маси, яку вирощено за 33 роки.

Згідно з запропонованою І.І. Кармановим та ін. [4] методикою, оцінку природної продуктивності земель (розрахунок вартості продукції) проводять за формулою 3:

$$Вр = ППЗ \times 8,2 \times 33, \quad (3)$$

де **Вр** – вартість рослинної маси (як складової загальної оцінки вартості землі) в індексах цінності на га; 8,2 – ціна 1 ц кормових одиниць; 33 – строк капіталізації (**Ск**), роки.

Мета досліджень – оцінити природний біологічний потенціал продуктивних (орних) земель України та визначити його вартість.

Об'єкти та методи досліджень. Для розрахунків природного біологічного потенціалу продуктивних земель України за методичним підходом В.В. Медведєва та ін. [13] було залучено матеріали з бази даних «Властивості ґрунтів України» [14] щодо параметрів щільності будови основних орних ґрунтів у шарі 0-100 см за генетичними горизонтами. Розрахунки середньої щільності проведено для 40 основних груп ґрунтів згідно з легендою до карти ґрунтів України масштабу 1:1 500 000 [15]. Для проведення розрахунків використано також кліматичні дані, а саме, запаси вологи у критичні періоди розвитку рослин та суму опадів протягом вегетації, взяті з агрокліматичних довідників по адміністративних областях.

Згідно з запропонованим в ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» методичним підходом [13], для визначення вартості біологічного потенціалу ґрунтів враховують кількість ґрунтової вологи, яка використовується надземною та підземною частинами рослин на формування своєї маси (на створення продукції). Для цього визначають запаси ґрунтової вологи у шарі 0-100 см ґрунту на початок вегетації (у нашому прикладі стосовно ячменю), суму атмосферних опадів впродовж вегетації та запаси вологи, які залишаються у ґрунті на період збирання врожаю культури, тобто, тієї вологи, яку не було використано культурою. Склавши перші дві цифри й віднявши третю, розраховують кількість вологи (W , мм), яку було витрачено на формування урожаю ячменю. Оскільки частина цієї вологи не була використана, а просто випарилася, вводять коефіцієнт ефективного використання вологи (Кевв). За думкою Н.І. Синіциної та ін. [16] значення цього коефіцієнта змінюється залежно від природно-кліматичної зони розташування та типу культури. Стосовно ячменю значення Кевв становить: у зоні Полісся – 0,60; у зоні Лісостепу – 0,80; у зоні Степу – 0,60. Саме ці значення використовували у розрахунку вартості біологічного потенціалу продуктивних земель без урахування гранулометричного складу ґрунту.

Таким чином, для кожного ґрунтового полігону (яких нараховується понад 1800 на ґрунтовій карті України масштабом 1:1500000) розраховували баланс вологи за вегетаційний період за середньобаторічними даними. Джерело кліматичних даних – агрокліматичні довідники за адміністративними областями України. Дані щільності будови ґрунтів для розрахунку запасів вологи взято з бази даних лабораторії геоєкофізики ґрунтів та електронного атласу карт [17].

Далі, за рахунок вологи був сформований не тільки врожай зерна й надземної маси, але й коріння, що потрібно врахувати також: це виконують за допомогою коефіцієнту, який встановлює співвідношення між основною (зерною) продукцією, надземною масою та масою коренів (K). Значення цього коефіцієнту дорівнює 2.

Крім того, у розрахунках враховано значення транспіраційного коефіцієнту (T_k). Для ячменю його величина дорівнює 534 [18].

У розрахунках враховують середньорічну вартість продукції (B). За даними Держкомстату України за цінами 2012 року ціна 1 т продукції дорівнювала 250 доларів. Враховують також середньобаторічну урожайність культури (Y) у різних природно-кліматичних зонах країни: для Полісся ця величина (на прикладі ячменю) становить 0,2 т/га [19], для Лісостепу – 0,4 т/га [20], для Степу – 0,3 т/га [21] та строк капіталізації (C_k), який дорівнює 33 роки.

Таким чином, вартість біологічного потенціалу продуктивних земель (B_{bp}) у доларах США на 1 га розраховували за формулою 4:

$$B_{bp} = (W \times K_{евв} \times Y \times B \times K \times C_k) / T_k, \quad (4)$$

Результати досліджень. У табл. 1 наведено дані розрахунків вартості біологічного потенціалу на прикладі ґрунтів, розташованих у різних природно-кліматичних зонах України.

Здобуті дані свідчать про те, що серед досліджених ґрунтів найвищу вартість біологічного потенціалу має чорнозем типовий середньосуглинковий (Черкаська

область), найнижчу – темно-каштановий залишково слабосолонцюватий важкосуглинковий ґрунт (Херсонська область), що зумовлено, перш за все, суттєво нижчими запасами вологи та сумою опадів за вегетаційний період у Степу, порівняно із зоною Лісостепу.

1. Розрахунок вартості біологічного потенціалу продуктивних земель

Вартість біопродукції ¹⁾	Запас вологи, мм			Коефіцієнт ефективного використання вологи	Транспіраційний коефіцієнт	Вартість біологічного потенціалу, дол. США
	на початок вегетації	опадів протягом вегетації	на кінець вегетації			
Дерново-підзолистий супіщаний ґрунт, Житомирська область, дослідна станція НААН (Полісся)						
0,2х250х2,0х33	120	120	50	0,65	534	763
Чорнозем типовий середньосуглинковий, Черкаська область, Інститут АПВ НААН (Лісостеп)						
0,4х250х2,0х33	100	90	40	0,80	534	1483
Темно-каштановий залишково слабосолонцюватий важкосуглинковий (Херсонська область, інститут «Асканія-Нова» НААН) (Степ)						
0,3х250х2,0х33	80	70	30	0,60	534	667

¹⁾ З урахуванням середньорічної врожайності зерна ячменю (0,2 т/га), вартості 1 т зерна ячменю (250 дол. США), коефіцієнта переведення в надземну й підземну маси (2), строку капіталізації (33)

На основі проведених розрахунків було побудовано картосхему вартості біологічного потенціалу основних ґрунтів (рис.). У табл. 2 наведено значення статистичних параметрів та результати оцінки вибірки для побудови картосхеми.

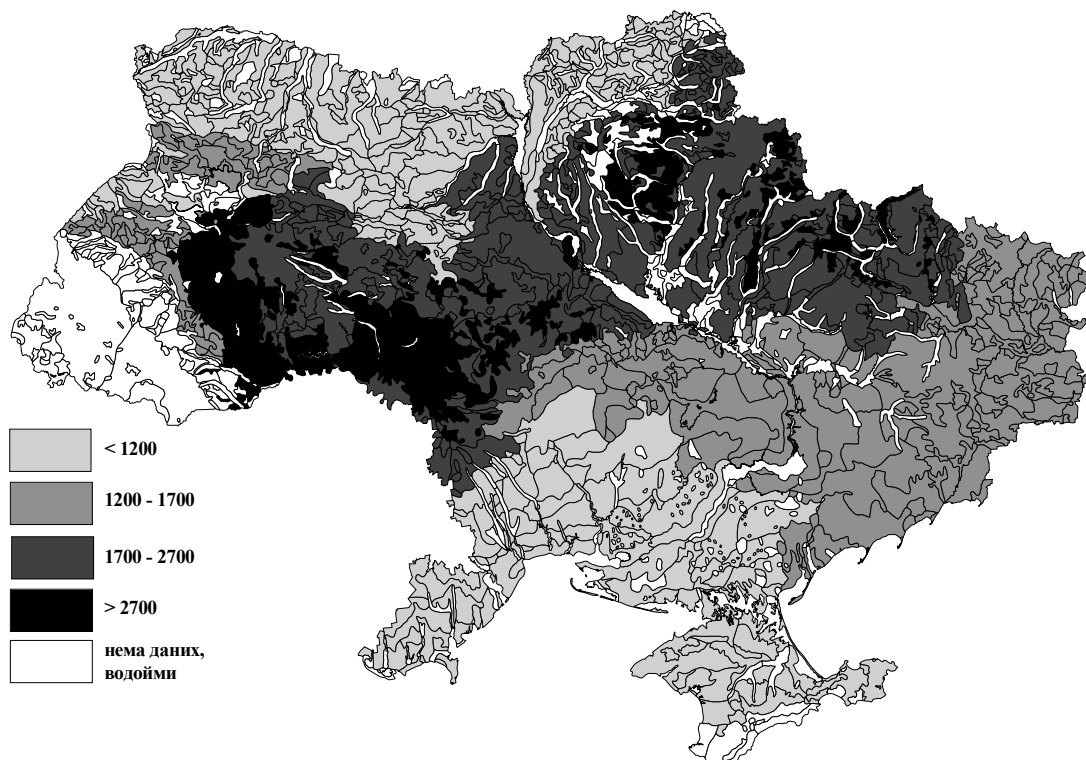


Рис. Картосхема вартості біологічного потенціалу продуктивних земель України, доларів США/га

2. Статистичні параметри та оцінки вибірки для побудови картосхеми біологічного потенціалу продуктивних земель України

Статистичні параметри	Статистичні оцінки
Мінімальне значення, дол.	638
Максимальне значення, дол.	3441
Розмах, дол.	2803
Середнє, дол.	1926
Коефіцієнт варіації, %	42
Об'єм вибірки	1277

Аналізування картосхеми дозволяє зробити висновки про те, що найвищу вартість біологічного потенціалу (понад 2700 доларів) мають 9,5 % ґрунтів України, що становить 2,8 млн га. Найдорожчим є біологічний потенціал опідзолених ґрунтів, які сформувалися на лесових породах у Лісостепу України (Черкаська, Сумська, частково Тернопільська область), а також чорноземи типові мало- та середньогумусні легкосуглинкові та середньосуглинкові.

Згідно з проведеними розрахунками середню вартість біологічного потенціалу (від 1700 до 2700 доларів) мають 22,4 % ґрунтів, що становить 6,71 млн га. До таких ґрунтів віднесено ясно-сірі, сірі та темно-сірі опідзолені легкосуглинкові ґрунти (Київська, Хмельницька області), чорноземи реградовані середньосуглинкові та важкосуглинкові, чорноземи звичайні глинистого гранскладу (Харківська область).

Вартість, нижчу за середню, а саме, від 1200 до 1700 доларів, мають 23,7 % від загальної площі ґрунтів України, що становить понад 7,1 млн га. Це опідзолені ґрунти легкого гранскладу (Львівська та Рівненська області), чорноземи реградовані та чорноземи типові мало гумусні важкосуглинкові (Кіровоградська область), чорноземи звичайні важкосуглинкові та легкоглинисті (Дніпропетровська та Луганська області).

В свою чергу низькою вартістю біологічного потенціалу (менше 1200 доларів) характеризується значна частина ґрунтів України – 28,2 % або 8,5 млн га. Це дерново-, слабо- та середньопідзолисті ґрунти та їх оглеєні різновиди легкого гранскладу (піщані, супіщані та глинисто-піщані), які розташовані в зоні Полісся, а саме, у Житомирській, Чернігівській, Львівській, Волинській та Рівненській областях. Крім того, до цієї групи віднесені темно-каштанові слабосолонцюваті та чорноземи переважно солонцюваті на важких глинах важкого гранскладу, розташовані у Степовій та сухо-степовій зоні України (Одеська, Миколаївська, Херсонська область та АР Крим).

Висновки. На основі проведених розрахунків побудовано картосхему вартості біологічного потенціалу продуктивних земель України, розраховано значення статистичних параметрів та оцінено вибірки для побудови картосхеми. Встановлено, що найвищу вартість біологічного потенціалу (понад 2700 доларів) мають 9,5 % ґрунтів України, що становить 2,8 млн га від загальної площі ґрунтів, середню вартість біологічного потенціалу (від 1700 до 2700 доларів) мають 22,4 % ґрунтів - 6,71 млн га та найнижчою вартістю біологічного потенціалу (менше 1200 доларів) характеризується значна частина ґрунтів України – 28,2 % або 8,5 млн га. Вартість біологічного потенціалу основної частини ґрунтів 39,9 % становить 1200-1700 доларів.

Список використаної літератури

1. Дедю И.И. Экоогический энциклопедический словарь. – Кишинев: Главная редакция Молдавской советской энциклопедии, 1989. – 406 с.
2. Биологический энциклопедический словарь [гл. ред. М.С. Гиляров; редкол.: А.А. Баев, Г.Г. Винберг, Г.А. Заварзин и др.] - 2-е изд. – М.: Сов. Энциклопедия, 1986. – 831 с.
3. Словник-довідник з агроекології / За ред. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2007. – 272 с.

4. Карманов И.И. Опыт разработки методики расчета индексов ценности земель сельскохозяйственного назначения на почвенно-экологической основе. Роль почв в биосфере / И.И. Карманов, Д.С. Булгаков // Труды Ин-та почвоведения, МГУ и РАН, вып.3 Оценка и учет почвенных ресурсов, 2003. – С.62-96.
5. Карманов И.И. Плодородие почв СССР / И.И. Карманов. – М.: Колос, 1980. – 226 с.
6. Карманов И.И. Почвенно-экологическая оценка и бонитировка почв / И.И. Карманов // Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв. – М.: Агропромиздат, 1991. – С.161-233.
7. Карманова Л.А. Агроклиматическое обеспечение агроэкологической оценки почв / Л.А. Карманова // Современные проблемы почвоведения. – М., 2000. – С. 294-302.
8. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР / Д.И. Шашко. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 248 с.
9. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) / А.А. Жученко. – Кишинев: Штиница, 1990. – 432 с.
10. Романова Е.Н. Микроклиматология и ее значение для сельского хозяйства / Е.Н. Романова, Г.И. Мосолова, И.А. Берсенева. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1983. – 245 с.
11. Карманов И.И. Ландшафтно-сельскохозяйственная типизация территории / И.И. Карманов, Д.С. Булгаков. – М., 1997. – 110 с.
12. Государственная кадастровая оценка сельскохозяйственных угодий Российской Федерации. – Служба земельного кадастра России. М., 2000. – 152 с.
13. Медведев В.В. Бонитировка и качественная оценка пахотных земель Украины / В.В. Медведев, И.В. Плиско. – Х. : Изд.13 типография, 2006. – 386 с.
14. Синицина Н.И. Агроклиматология / Н.И. Синицина, И.А. Гольцберг, Е.А. Струнников. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1973. – 344 с.
15. Лактіонова Т.М. Структура та порядок використання бази даних «Властивості ґрунтів України» (Інструкція) / Т.М. Лактіонова, В.В. Медведев, К.В. Савченко, О.М. Бігун, С.М. Шейко, С.Г. Накісько. – Х.: Апостроф, 2010.- 96 с.
16. Почвенная карта Украинской ССР. Масштаб 1:2500000. УкрНИИ почвоведения и агрохимии им. А.Н.Соколовского под ред. Н.К.Крупского. Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР (ГУГК). М., 1977.
17. Електронний атлас карт властивостей ґрунтів України [Електронний ресурс]. – Харків, 2007. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM): кольор.: 12 см. – Систем. вимоги: Pentium, Windows-95, 98, 2000, XP. – Назва з титул. екрану.
18. Петров В.А. Свекловодство: учебник для студ. с.-х. вузов / В.А. Петров, В.Ф. Зубенко. – Агропромиздат, 1991. – 191 с.
19. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і Західного регіону України. За редакцією М.В. Зубця і ін. Київ, «Урожай», 2004. – 559 с.
20. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України. За редакцією М.В. Зубця і ін. Київ, «Логос», 2004. – 775 с.
21. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. За редакцією М.В. Зубця і ін. Київ, «Аграрна наука», 2004. – 841 с.

Стаття надійшла до редколегії 18.05.2015

COST ESTIMATION OF BIOLOGICAL POTENTIAL OF PRODUCTIVE LANDS IN UKRAINE

I.V. Plysko

NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky"
(irinachujan@gmail.com)

The results of calculating the cost of the biological potential of productive lands within the soil polygons on the map of Ukraine soils with scale 1: 1500000 are presented. Calculations were made by the method of I.I. Karmanov, modified on the basis of methodological approach proposed in the National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky". To determine the value of the biological potential of productive lands we take into account the amount of moisture used by plants for the formation of mass of aboveground and underground parts. To calculate from the database of Soil Geoecophysics Laboratory "Soil Properties of Ukraine" there were attracted parameters of soil bulk density and from agro-climatic regional reference books there were taken parameters of moisture stock in critical periods of development of plants and the amount of rainfall during the growing season. Mapped schemes of cost of biological potential of basic arable soils of the country were created.

Key words: biological potential; land productivity; soils; cost.

АГРОХІМІЯ AGROCHEMISTRY

УДК 631.445.4:631.427.2

ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ ПОЛІМІКСОБАКТЕРИНУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА В ОРГАНІЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

О.Є. Найдьонова, Л.О. Шедєй, О.П. Сябрук, Р.В. Акімова, В.Б. Гвоздик

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

(*oxana-naidyonova@mail.ru*)

У стаціонарному польовому досліді визначено ефективність застосування мікробного препарату Поліміксобактерину за вирощування соняшника в умовах органічного землеробства. Встановлено позитивний вплив препарату на чисельність мікроорганізмів основних еколого-функціональних груп у ґрунті прикореневої зони рослин, ферментативну активність, трофічний режим, урожайність соняшнику. Результати демонструють перспективність застосування мікробного препарату в умовах ведення органічного землеробства.

Ключові слова: органічне землеробство; біопрепарат Поліміксобактерин; мікробні угруповання ґрунту; ферментативна активність ґрунту.

Вступ. В умовах гострого дефіциту якісних добрив на основі гною великої рогатої худоби та птишиного посліду набувають актуальності прикладні розробки, спрямовані на підвищення родючості ґрунтів і врожайності рослин шляхом застосування біопрепаратів на основі агрономічно корисних мікроорганізмів, які сприяють активізації аборигенної мікрофлори і позитивних ґрунтово-біологічних процесів та оптимізації кореневого живлення рослин. Надзвичайно важливим є застосування мікробних препаратів за умов органічного землеробства, що дозволить підвищити урожайність та покращити якість продукції рослинництва і одночасно заощаджувати сировинні та енергетичні ресурси. Актуальним питанням є не тільки розробка таких агрозаходів з підвищення біологічної активності ґрунтів, але й визначення ефективності їх застосування в технологіях вирощування різних сільськогосподарських культур за умов органічного землеробства на різних ґрунтах.

Нашими попередніми дослідженнями [1] встановлено, що в ґрунті, де тривало застосовували органічну систему землеробства (за органічні добрива використовували лише солому різних сільськогосподарських культур), відбулося зниження чисельності мікрофлори та біологічної активності. Враховуючи, що ресурсне забезпечення органічного землеробства в Україні зараз вельми обмежене, задля активізації мікрофлори ґрунту доречним є застосування мікробних препаратів на основі агрономічно корисних мікроорганізмів.

Препарат Поліміксобактерин створено в Інституті сільськогосподарської мікробіології і агропромислового виробництва НААН України на основі фосфатмобілізувальних бактерій *Paenibacillus polymyxa* для підвищення врожайності багатьох культур, зокрема соняшника та кукурудзи [2, 3]. Крім здатності до розчинення важкодоступних рослинам фосфатів ґрунту, бактерії *P. polymyxa* здатні синтезувати речовини гормональної природи – індолілоцтову та гіберелінову кислоти, вітаміни.

Дослідженнями О.В. Доценко [4] в польових дослідях лабораторії удобрення польових культур ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» на чорноземі типовому (ДУ «Слобожанське дослідне поле ННЦ ІГА», смт Граково Чугуївського р-ну Харківської області) встановлено, що завдяки передпосівній обробці насіння ярого ячменю біопрепаратом Поліміксобактерин (2004-2005 рр.) приріст урожаю зерна досяг 18,8 %, що рівноцінно внесенню фосфорних

добрів у дозі 20 кг/га д. р. на фоні без бактеризації. За сприятливих агрометеорологічних умов застосування Поліміксобактерину забезпечило приріст урожаю зеленої маси кукурудзи 55 ц/га або 19,2 % до контролю. На неудобреному фоні приріст урожаю насіння соняшника від Поліміксобактерину склав 2,8 ц/га або 12,3 % (2010 р.).

Раніше у дрібноділянковому польовому досліді (2012 р.) ми визначили ефективність застосування Поліміксобактерину за вирощування кукурудзи і соняшника в органічному землеробстві [5]. Але перед тим, як рекомендувати цей біопрепарат для широкого впровадження підприємствам органічного виробництва, потрібно випробування його в умовах дослідів на більших площах.

Мета досліджень – визначити ефективність застосування Поліміксобактерину за вирощування соняшника в органічному землеробстві за його впливом на мікробні ценози ґрунту у прикореневій зоні рослин та урожайність соняшника.

Об'єкти і методика досліджень. Дослідження ефективності застосування біопрепарату Поліміксобактерин за вирощування соняшника сорту Ясон проводили у тривалому стаціонарному польовому досліді відділу агрохімії ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» (ДУ «Слобожанське дослідне поле ННЦ ІГА», смт Коротич Харківського р-ну Харківської області) на чорноземі опідзоленому (площа ділянки 168 м², повторність 3-разова). Органічна система землеробства у досліді передбачає застосування тільки органічних добрив (соломи різних сільськогосподарських культур) у сівозміні та безгербіцидних засобів боротьби з бур'янами.

Передпосівну обробку насіння соняшнику Поліміксобактерином проводили згідно інструкції із застосування з дотриманням рекомендованої дози.

Проби ґрунту для мікробіологічних і біохімічних досліджень відбирали з прикореневої зони рослин тричі протягом вегетаційного періоду 2014 р.: 27.05.14 (у фазі появи другої пари справжнього листа), 25.07.14 (у фазі утворення кошиків), 04.09.14 (у день збирання врожаю у фазі повної стиглості).

У зразках ґрунту визначали такі біологічні показники: чисельність основних груп мікрофлори методом мікробіологічного посіву ґрунтової суспензії відповідного розведення на тверді живильні середовища [6]: органотрофних бактерій – на м'ясопептоновий агар (МПА); мікроорганізмів, що засвоюють азот мінеральних сполук і актиноміцетів – на крохмаль-амонійний агар (КАА); оліготрофних мікроорганізмів – на голодний агар (ГА); грибів – на середовище Ріхтера; мікроорганізмів, що мобілізують мінеральні фосфати – на середовище Муромцева; органічні фосфати – на середовище Менкіної. Розрахункові показники, зокрема мінералізації [7], оліготрофності [8] та мікробної трансформації органічної речовини ґрунту (МТОРГ) [9], які характеризують напруженість мінералізаційних процесів і трофічний режим ґрунту, визначали за співвідношенням окремих груп мікроорганізмів; сумарний біологічний показник (СБП) – методом відносних величин за Дж. Ацці [10].

Біохімічну активність ґрунту визначали за активністю ферментів інвертази фотоколориметричним методом, викладеним Д.Г. Звягінцевим із співавторами [6, С. 157-158], дегідрогенази за А.Ш. Галстяном [11] і поліфенолоксидази за Л.А. Карягіною та Н.А. Михайловською [12].

Достовірність експериментальних даних оцінювали із застосуванням дисперсійного аналізу з використанням стандартного пакету програм «Statistica 6.0».

Аналіз результатів досліджень. Застосування Поліміксобактерину позитивно вплинуло на мікрофлору і біологічну активність ґрунту у прикореневій зоні рослин соняшника. За дії препарату чисельність органотрофних бактерій збільшилася на 22-36 %, мікроорганізмів, що засвоюють мінеральний азот – на 9-24 %, оліготрофів – на 5-34 %, загальна кількість евтрофів зросла на 12-27 % (табл. 1). Згідно зі значеннями СБП, у середньому чисельність мікроорганізмів у ґрунті підвищилася на 22 %.

Зважаючи на те, що активним біоагентом препарату є штам фосфатмобілізувальної бактерії, в ґрунті прикореневої зони рослин соняшника тричі за вегетацію було визначено чисельність бактерій, що розчиняють мінеральні та органічні фосфати. Виявлено помітне збільшення цієї групи мікроорганізмів за умов застосування Поліміксобактерину, особливо бактерій, що мобілізують органічні фосфати ґрунту (рис. 1).

Завдяки збільшенню чисельності евтрофної мікрофлори на початку вегетації знизився показник оліготрофності, що свідчить про поліпшення трофічного режиму ґрунту і є важливим для росту рослин на початкових стадіях розвитку. Позитивним моментом є також зниження показника мінералізації, що обумовлює збереження запасів органічної речовини ґрунту. Помітне зростання коефіцієнту МТОРґ свідчить про посилення мікробіологічної активності у прикореневій зоні.

Відомо, що крім безпосередньої дії біопрепаратів на ґрунт прикореневої, вони активізують аборигенну мікрофлору ґрунту, наслідком чого є підвищення його біохімічної активності [3].

1. Вплив застосування Поліміксобактерину на чисельність мікроорганізмів у ґрунті

Варіант досліджу	Вологість ґрунту, %	Мікроорганізми, що засвоюють азот, млн/г			Актиноміцети, млн/г	Гриби, тис./г	Оліготрофи, млн/г	Евтрофи, млн/г	Показники				
		органічний	мінеральний						оліготрофності	мінералізації	МТОРГ	СБГ %	
			всього	бактерії									
На початку вегетації													
Контроль	18,45	13,17	38,10	27,07	11,03	49,47	17,13	51,32	0,33	2,89	17,72	100	
Поліміксобактерин	17,90	17,90	47,32	30,72	16,60	63,08	17,97	65,28	0,28	2,64	24,67	122	
НІР _{0,05}	—	1,41	4,37	—	0,62	8,31	3,95	—	—	—	—	—	
Наприкінці вегетації													
Контроль	18,33	13,28	47,14	39,71	7,43	28,69	24,66	60,45	0,41	3,55	17,02	100	
Поліміксобактерин	19,88	16,20	51,24	43,08	8,16	23,08	33,12	67,46	0,49	3,16	21,32	122	
НІР _{0,05}	—	1,24	4,41	—	0,58	5,88	6,02	—	—	—	—	—	
Середнє за вегетацію													
Контроль	—	13,23	42,62	33,39	9,23	39,08	20,90	55,89	0,37	3,22	17,37	100	
Поліміксобактерин	—	17,05	49,28	36,90	12,38	43,08	25,55	66,37	0,39	2,90	23,00	122	
Примітка: МТОРГ ⁴ – коефіцієнт мікробної трансформації органічної речовини ґрунту; НІР _{0,05} – найменша істотна різниця; СБГ – сумарний біологічний показник.													

Виявлено позитивний вплив Поліміксобактерину на ферментативну активність ґрунту (табл. 2). Інвертазна активність зросла на початку вегетації на 11,6 %, наприкінці вегетації – на 83,6 %. Найбільш помітно в усі строки спостережень під дією препарату посилилася поліфенолоксидазна активність: на початку вегетації на 10 %, у середині вегетації – на 15,7 %, наприкінці вегетації – на 19,6 %. Підвищення поліфенолоксидазної активності є особливо важливим для органічного землеробства, зважаючи на те, що поліфенолоксидаза бере участь у синтезі компонентів гумусу, тому посилення її активності зумовлює спрямованість біохімічних процесів у бік збереження і накопичення його запасів у ґрунті.

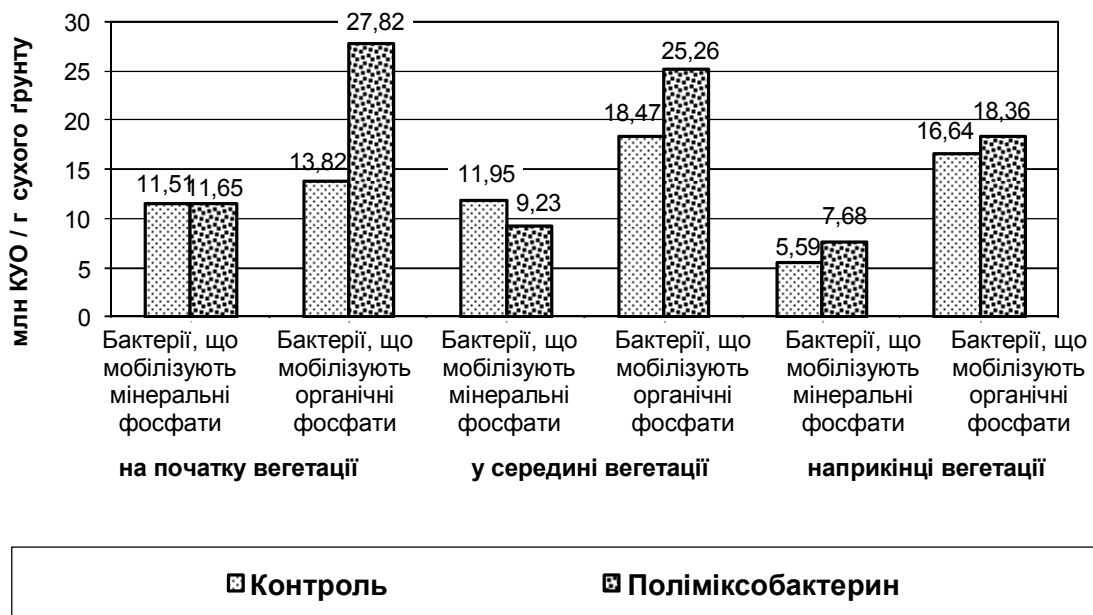


Рис. 1. Вплив Поліміксобактерину на чисельність фосфатмобілізуючих бактерій у ґрунті

2. Вплив застосування Поліміксобактерину на ферментативну активність ґрунту

Варіант досліджу	Дегідрогеназа, мг ТФФ / 100 г за 24 години			Інвертаза, мг глюкози / 1 г за 24 години			Поліфенолоксидаза, мг 1,4-п-бензохінону / 10 г за годину		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Контроль	157,50	41,83	133,50	2,41	9,45	2,14	600,00	547,23	612,00
Поліміксобактерин	145,50	46,27	127,50	2,69	9,00	3,93	660,00	633,16	732,00
HIP _{0,05}	14,86	4,02	9,68	0,19	0,52	0,34	29,20	26,14	34,97

Примітка: 1 – на початку вегетації; 2 – у середині вегетації; 3 – наприкінці вегетації; ТФФ – трифенілформазан

Активізація аборигенної мікрофлори і позитивних ґрунтово-біологічних процесів, здійснюваних інтродукованими у ґрунт корисними мікроорганізмами, відбилася на врожаї сільськогосподарських культур (табл. 3), який збільшився на 29 %.

3. Вплив Поліміксобактерину на врожай соняшника

Контроль	Поліміксобактерин	HIP _{0,05}	Прибавка врожаю	
			ц/га	%
32,38	41,67	4,82	9,29	28,69

Висновки. Виявлено суттєвий позитивний вплив застосування біорепарату Поліміксобактерин на чисельність мікроорганізмів в прикореневій зоні рослин соняшника за вирощування в органічній системі землеробства. У середньому кількість досліджуваних мікроорганізмів збільшилася на 22 %. Істотно підвищилася також ферментативна активність ґрунту – інвертазна на 12-84 %, дегідрогеназна – на 11 %, поліфенолоксидазна – на 10-20 %. Урожай соняшника зріс від застосування

Поліміксобактерину на 29 %. Суттєво зросла чисельність агрономічно цінних фосфатмобілізуючих бактерій.

Економічний ефект від застосування Поліміксобактерину за вирощування соняшника за умов органічного землеробства полягає у прирості урожаю на 9,29 ц/га, додатковий дохід за цінами реалізації 2014 р. може становити 3364 грн/га, що за сформованого у 2013 р. рівня рентабельності може забезпечити додатковий прибуток в розмірі 958 грн/га.

Але для органічного виробництва цінним є також екологічний ефект, що полягає у збереженні екологічної чистоти ґрунту і запобіганні його забрудненню.

Список використаної літератури

1. *Вплив тривалого застосування органічної системи землеробства на стан мікробних угруповань чорнозему опідзоленого в зернокарбових сівозмінах* / [О.Є. Найдюнова, О.І. Маклюк, Г.О. Цигічко та ін.] // *Агрохімія і ґрунтознавство*. – 2013. – Вип. 80. – С. 82-92.
2. *Рекомендації з ефективного застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур* / [С.Ш. Мельник, В.А. Жилкін, М.М. Гаврилюк та ін.]. – К., 2007. – 52 с.
3. *Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика*. / [В.В. Волкогон, О.В. Надкернічна, Т.М. Ковалевська та ін.]; за ред. В.В. Волкогона. – К.: Аграрна наука. – 2006. – 312 с.
4. *Застосування бактеріальних препаратів у ресурсощадних агротехнологіях на чорноземних ґрунтах Лівобережного Лісостепу України (рекомендації)* / [М.М. Мірошніченко, О.В. Доценко, О.І. Маклюк, О.Є. Найдюнова, В.М. Ніконенко, Є.В. Голота]. – Харків, ФОП Федорко Л.В. – 2013 – 24 с.
5. *Найдюнова О.Є. Застосування агрозаходів з активізації мікробіологічних ресурсів ґрунту в технологіях вирощування сільськогосподарських культур за умов органічного виробництва* / О.Є. Найдюнова // *Аграрний вісник Півдня*. – 2014. – Вип. 1. – С. 27-36.
6. *Методы почвенной микробиологии и биохимии* / Д.Г. Звягинцев, И.В. Асеева, И.П. Бабьева, Т.Г. Мирчинк; под ред. Д.Г. Звягинцева – М.: Изд-во Московского ун-та, 1980. – 224 с.
7. *Мишустин Е.Н. Ассоциации почвенных микроорганизмов* / Мишустин Е.Н. – М.: Наука, 1975. – С. 24.
8. *Аристовская Т.В. Методы изучения микрофлоры почв и её жизнедеятельности* / Т.В. Аристовская, Ю.А. Худякова // *Методы стационарного изучения почв*. – М.: Наука, 1977. – С.141-286.
9. *Муха В.Д. О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов* / В.Д. Муха // *Сб. науч. тр. ХСХИ*, т. 273, Харьков, 1980. – С. 13-16.
10. *Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология* / Дж. Ацци; пер. с англ. Н.А. Емельяновой, О.В. Лисовской, М.П. Шикеданц; под ред. В.Е. Писарева. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1959. – С. 242-243.
11. *Хазиев Ф.Х. Ферментативная активность почв* / Ф.Х. Хазиев. – М.: Наука, 1976. – С. 39-40.
12. *Карягина Л.А. Определение активности полифенолоксидазы и пероксидазы в почве* / Л.А. Карягина, Н.А. Михайловская // *Весті АН БССР, серія с/г навук*. – Мінск, 1986. – № 2. – С. 40-41.

Стаття надійшла до редколегії 24.04.2015

APPLICATION OF MICROBIAL PREPARATION POLYMYXOBACTERIN AT SUNFLOWER CULTIVATION IN ORGANIC FARMING

O.E. Naydyonova, G.O. Tsygichko, L.A. Shedey, O.P. Syabruk, R.V. Akimova, V.B. Gvozdyk

NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky" (oxana-naydyonova@mail.ru)

In the stationary field experiment we studied the efficacy of microbial preparation Polymyxobacterin at sunflower cultivation under organic farming. We found a positive effect of Polymyxobacterin on the number of microorganisms which belong to main ecological and functional groups in the soil root zone of plants, enzymatic activity, trophic regime, yield of sunflower. The results show a promising of using microbial preparation Polymyxobacterin under organic farming

Key words: organic farming; biological preparation Polymyxobacterin; soil microbial communities; soil enzymatic activity.

УДК 631.8:631.559:631.416

АГРОЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Є.Ю. Гладкіх

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського»
(ye.hladkikh@ukr.net)

У польових дослідках на чорноземах із застосуванням різних форм, доз добрив з різною періодичністю їх внесення досліджено особливості накопичення рухомих форм важких металів та фтору. Встановлено, що на максимальному удобренні варіантах концентрації досліджуваних елементів у ґрунті знаходяться в межах допустимих рівнів забруднення. Виявлено, що за застосування рідкого безводного аміаку у землеробстві інтенсивність міграції нітратного азоту на глибину до 100-120 см є майже удвічі вищою порівняно з внесенням традиційної аміачної селітри.

Ключові слова: мінеральні добрива; важкі метали; фтор; рідкий безводний аміак; екологічні проблеми.

Вступ. Не можна обійти увагою той факт, що нині антропогенний тиск на навколишнє природне середовище є досить істотним. Зокрема, застосування агрохімікатів, як складової інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, породжує чимало нових проблем, основною з яких є екологічна. Численні дослідження вчених-агрохіміків показали, що різні види та форми добрив неоднаково впливають на властивості ґрунту. Внесені у ґрунт добрива вступають у складні взаємодії з ним – відбуваються різноманітні перетворення добрив, які залежать від низки чинників: властивостей добрив та ґрунту, погодних умов, агротехніки, вирощуваних культур тощо.

Негативний вплив добрив на навколишнє природне середовище пов'язаний, насамперед, з хімічним складом добрив та наявністю баластних речовин в них. Добре відомо, що, наприклад, вміст важких металів у добривах як кінцевому продукті визначається їхньою початковою концентрацією у сировині та технологією виробництва і може коливатись у значних межах. Практично всі фосфорні руди містять велику кількість стронцію, кадмію, рідкоземельні та радіоактивні елементи, а розширення виробництва та застосування фосфорних та комплексних добрив призводить також до забруднення довкілля сполуками фтору та миш'яку [1, 2].

Істотними недоліками багатьох мінеральних добрив можна назвати такі: наявність залишкової кислоти (вільна кислотність) внаслідок технології їх виробництва; фізіологічна кислотність або лужність, що утворюються внаслідок переважного використання рослинами з добрив катіонів або аніонів; надмірно висока розчинність. Тривале застосування фізіологічно кислих або лужних добрив змінює реакцію ґрунтового розчину, призводить до втрат гумусу, підвищує рухомість та міграцію багатьох елементів. Крім цього, внесення мінеральних добрив створює осередки високої концентрації катіонів, що негативно впливає на фізико-хімічні, фізичні та біологічні властивості ґрунту в зонах локалізації.

Однак, виявлена дослідниками негативна дія добрив часто перебільшена. В екологічному розумінні їх не можна ставити в один ряд з пестицидами або техногенними забрудниками.

З урахуванням вищенаведеного слід зазначити, що розроблення раціональних систем удобрення має включати обов'язкове оцінювання можливого негативного впливу на агроценози та розробку шляхів його мінімізації. Знання особливостей процесів сорбції, міграції та транслокації токсикантів у ґрунті допомагає уникнути небажаних явищ і забезпечити високу ефективність удобрення.

Метою роботи є виявлення впливу тривалого застосування високих доз мінеральних добрив, що забезпечують високу продуктивність сільськогосподарських культур сівозміни, на екологічний стан ґрунту (накопичення рухомих форм важких металів та водорозчинного фтору), а також дослідження закономірностей міграції нітратних форм азоту за застосування різних форм азотних добрив.

Об'єкти і методи досліджень. Дослідження проводили на двох об'єктах: в тривалому (з 1969 р.) стаціонарному досліді на чорноземі типовому на території ДП «Граківське» (ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н.Соколовського») і у тимчасовому досліді (з 2012 р.) на чорноземі опідзоленому у Лохвицькому районі Полтавської області на території ПрАТ компанії «Райз-Максимко».

Об'єкт 1. Вихідні параметри чорнозему типового важкосуглинкового такі: ємність поглинання 380 ммоль/кг, загальний вміст гумусу 5,2 %, загальний вміст азоту 0,22 %, вміст рухомого фосфору 40 мг/кг, калію – 94 мг/кг, рН сол. 5,4.

Протягом 1969-83 рр. триразовим внесенням високих доз мінеральних добрив (200, 400 і 600 кг/га) було створено чотири рівні (природний, середній, підвищений і високий) азотних, фосфорних, калійних та азотно-фосфорно-калійних агрохімічних фонів. Таким чином, на дослідному полі було закладено 360 варіантів з різним рівнем інтенсифікації використання ріллі (різні дози, види добрив, періодичність їх застосування).

Проби ґрунту відбирали після закінчення шостої ротації шестипільної сівозміни на варіантах досліді з високим фосфатним і азотно-фосфорно-калійним агрохімічним фоном: 1. Переліг; 2. Абсолютний контроль (без добрив); 3. Гній, 140 т/га + $N_{1800}P_{1800}K_{1800}$ (запасне внесення, післядія з 1983 р.) + 1N1P1K (одинарна доза систематично під культури сівозміни – внесено всього з моменту закладки досліді $N_{3590}P_{3280}K_{3490}$); 4. Гній, 140 т/га + P_{1800} (запасне внесення, післядія з 1983 р.) + 2N2P2K (подвійна доза систематично під культури сівозміни – внесено всього з моменту закладки досліді $N_{2990}P_{4480}K_{2860}$).

Об'єкт 2. Тимчасовий польовий дослід на чорноземі опідзоленому слабогумусованому середньосуглинковому проведено з метою дослідження закономірності міграції нітратних форм азоту за застосування різних форм азотних добрив. Вихідні параметри ґрунту у верхнього генетичному горизонті такі: ємність поглинання 210 ммоль/кг, загальний вміст гумусу 2,3 %, вміст лужногідролізованого азоту 114 мг/кг, рухомого фосфору – 115 мг/кг, калію – 65 мг/кг, рН сол. 5,3. Схемою досліді передбачено порівняння впливу двох видів азотних добрив – традиційного гранульованого (аміачна селітра) та рідкого (безводний аміак) у дозах по 100 кг/га азоту за різного способу обробітку ґрунту – оранка та дискування у 2 сліди. Дослідження проводили протягом трьох років (2012-2014 рр.), добрива вносили щорічно восени. Безводний аміак вносили локально на глибину 18 см, з шириною між лапами аплікатора (інжектора) 56 см, а аміачну селітру – врозкид.

Вміст у ґрунті рухомих форм важких металів і мікроелементів визначали методом атомно-абсорбційної спектроскопії (у буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8), фтору – у водній витяжці [3], нітратного азоту – за модифікованою методикою ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» [4].

Результати досліджень та їх обговорення. Негативну дію фосфорних та калійних добрив на довкілля переважно пов'язують із привнесенням до агроєкосистем важких металів, яких там міститься значно більше, ніж, наприклад, в азотних добривах. Важкі метали, потрапляючи в ґрунт, пригнічують процеси, що пов'язані з трансформацією азоту, гальмують мінералізацію органічних речовин, інгібують активність ґрунтових ферментів, можуть пригнічувати процеси мінералізації та синтезу різних речовин у ґрунті, тобто, біологічну активність, що може проявлятися у зниженні ферментної активності, зменшенні інтенсивності розкладання клітковини тощо [5, 6].

У регулюванні надходження важких металів до продукції важливим є вплив на фізіологічні бар'єри рослин на межі ґрунт-коріння та коріння-надземна маса, який можна здійснювати шляхом поліпшення живлення рослин фосфором. З іншого боку, антагонізм фосфору та катіоногенних важких металів і мікроелементів може обумовлюватися як хімічними, так і біохімічними процесами. На думку Б.С. Носко [7], антагонізм іонів цинку та фосфору у ґрунті обумовлює послаблення не тільки рухомості ґрунтових фосфатів, але й надходження Zn як мікроелемента, необхідного рослинам.

Вплив добрив не зводиться лише до збільшення вмісту важких металів у ґрунті. Тривале застосування агрохімічних засобів призводить до помітних змін фізико-хімічних, агрофізичних і біологічних властивостей ґрунту, що впливає на стан та рухомість важких металів.

Результатами багаторічних досліджень із застосуванням високих доз мінеральних добрив (сумарно за шість ротацій шестипільної сівозміни за фосфором становлять 3280-4480 кг/га) у стаціонарному польовому досліді на чорноземі типовому не виявлено перевищень гранично допустимих концентрацій (ГДК) важких металів у ґрунті за жодним із елементів (табл. 1). Але перевищення фонових значень у 1,1-2,3 раза майже за всіма елементами (як фон використовували ділянку перелогу) все ж помітили.

Деяке перевищення концентрацій рухомих форм важких металів над фоновими значеннями на удобрених варіантах пояснюється, перш за все, зниженням величини pH_{KCl} ґрунту від 5,2 (на перелозі) до 4,8 (на удобрених варіантах) за тривалого застосування фізіологічно кислих добрив. Відомо, що підкислення ґрунтового розчину призводить до підвищення рухомості катіонів важких металів.

1. Вплив добрив на зміну вмісту рухомих форм мікроелементів і важких металів у чорноземі типовому (ДП «Граківське»)

Варіанти багаторічного стаціонарного польового досліді	Вміст мікроелементів і важких металів, мг/кг ґрунту						
	Cd	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Переліг	0,16	0,12	6,7	37,0	0,7	1,13	0,61
Контроль (без добрив)	0,11	0,09	7,9	34,2	1,3	1,67	0,57
Гній (140 т/га) + N3590P3280K3490	0,32	0,21	9,1	42,9	1,4	2,67	0,48
Гній (140 т/га) + N2990P4480K2860	0,31	0,26	9,1	43,1	1,4	1,97	0,46
НІР 05	0,10	0,11	1,9	5,6	0,3	0,57	0,10
ГДК	-	3,0	-	100	4,0	6,0	23

Попри те, що фосфорно-калійні добрива привносять до ґрунту певну кількість мікроелементів, за відсутності у системі удобрення органічних добрив це не створює позитивного балансу через значний господарський винос із продукцією [1, 8].

Концентрації Zn, на відміну від інших металів, найвищими були у ґрунті на варіантах, де добрив не вносили. Вміст Zn в орному шарі на перелозі та абсолютному контролі суттєво відрізнявся (майже у 1,3 раза був вищим) порівняно з варіантами, де застосовували високі дози добрив, що підтверджує висновки Носко Б.С. щодо антагонізму іонів цинку та фосфору у чорноземах типових.

Окрім важких металів з добривами, перш за все фосфорними, до ґрунту надходить фтор, що створює небезпеку забруднення цим елементом сільськогосподарської продукції. Доведено, що саме рухомі форми фтору, особливо, водорозчинні, найбільшою мірою беруть участь у процесах, що відбуваються в системі ґрунт-добриво-рослина. Крім того, водорозчинний фтор може легко вилугуватись із ґрунту, створюючи загрозу забруднення цим елементом геохімічно підлеглих ґрунтів і місцевих джерел водопостачання.

Вміст фтору у фосфорних добривах такий: у простому і гранульованому

суперфосфаті – 1,4-1,7 %, в амофосі – 3,5 %, нітроамофосі – 2,0 % [9]. Згідно з висновками Ю.К. Кудзіна [10], систематичне багаторічне застосування суперфосфату спричинює збільшення вмісту фтору у ґрунті на 20 %, а застосування його на азотно-калійному фоні – на 28 %, порівняно з контролем, що негативно впливає на врожайність сільськогосподарських культур, зокрема, кукурудзи.

Нашими дослідженнями в умовах довгострокового стаціонарного досліді (об'єкт 1) встановлено, що на високо удобрених ділянках чорнозему типового з низьким природним вмістом рухомих форм фтору відбувається підвищення його концентрації у водній витяжці у 3-9 разів, порівняно з контрольним варіантом. Але навіть такі високі дози фосфорних добрив не призводять до наближення вмісту водорозчинних форм фтору до гранично-допустимої концентрації - 10,0 мг/кг ґрунту (табл. 2).

Накопичення фтору, головним чином, відбувається в орному шарі ґрунту, а вже на глибині 20-40 см його вміст значно знижується (у 3 рази), що пов'язано з наявністю у цих горизонтах карбонатів кальцію, які міцно зв'язують фториди з утворенням важкорозчинного CaF_2 .

2. Вміст фтору у чорноземі типовому з різним рівнем удобрення фосфором (ДП «Граківське»)

Варіант досліді	Загальна кількість фосфору внесеного з добривами, кг/га	Шар ґрунту, см	Вміст водорозчинного фтору, мг/кг ґрунту
Контроль (без добрив)	0	0-20	0,1
		20-40	0,1
Гній (140 т/га) + $\text{N}_{3590}\text{P}_{3280}\text{K}_{3490}$	3280	0-20	0,5
		20-40	0,4
Гній (140 т/га) + $\text{N}_{2990}\text{P}_{4480}\text{K}_{2860}$	4480	0-20	0,9
		20-40	0,3
ГДК			10,0

Вагомим чинником родючості ґрунтів є стале забезпечення їх мінеральними формами азоту, вміст яких залежить як від складу гумусу ґрунту та схильності його до мікробної трансформації, так і від кількості внесених мінеральних добрив. Азот мінеральних добрив легко втрачається з ґрунту в результаті денітрифікації та міграції в глибші шари, що залежить від типу водного режиму та глибини промивання профілю ґрунту. Від інтенсивності вимивання залежить використання азоту добрив сільськогосподарськими культурами та можлива міграція його у ґрунтові води, що призводить до їх забруднення.

З двох форм мінерального азоту (нітратний та амонійний) більш рухомою є нітратна форма. На міграцію нітратів по профілю ґрунту та забруднення ґрунтових вод впливає цілий ряд чинників, найважливішими з яких вважаються: гранулометричний склад ґрунту, потужність низхідного току води, наявність рослинного покриву, а також дози та форми азотних добрив тощо [11, 12].

В умовах Степу України І.Д. Філіп'євим [13] було встановлено, що за зрошення систематичне (впродовж 16 років) внесення азотних добрив сприяє міграції нітратів до глибини 5 м. Г.С. Піроженко [14] встановлено, що у ґрунтах, важких за гранулометричним складом, зменшується кількість азоту, що вимивається. Такі закономірності міграції нітратного азоту по профілю ґрунту виявили Б.С. Носко [15], С. Campbell [16], Р. Ghosh [17], S. Simpson [18], J. Takenchi [19] та інші.

Окрім доз азотних добрив, їх форма має важливу екологічну значущість у процесах міграції нітратного азоту. В сучасних умовах стрімкого підвищення цін на туку означилася тенденція вибору агровиборниками більш дешевих форм азотних добрив, зокрема, таких, як безводний аміак, замість традиційних – гранульованих. Загалом, завдяки взаємодії з ґрунтово-поглинальним комплексом, аміак добрив у ґрунті знаходиться в обмінній формі, що скорочує небезпеку міграції мінеральних

форм азоту за межі профілю. З іншого боку, разове внесення високих доз азоту стрічковим способом за сприятливих для нітрифікації гідротермічних умов може призвести до формування осередків накопичення нітратів і посилення їхньої міграції до ґрунтових вод.

Дослідженнями у тимчасовому польовому досліді на чорноземі опідзоленому максимальне накопичення нітратів за внесення безводного аміаку встановлено в 2013 р. на глибині 60-80 см, а у 2014 р. – на глибині 100-120 см, де їх концентрація була вдвічі вищою, ніж за внесення аміачної селітри (рис. 1).

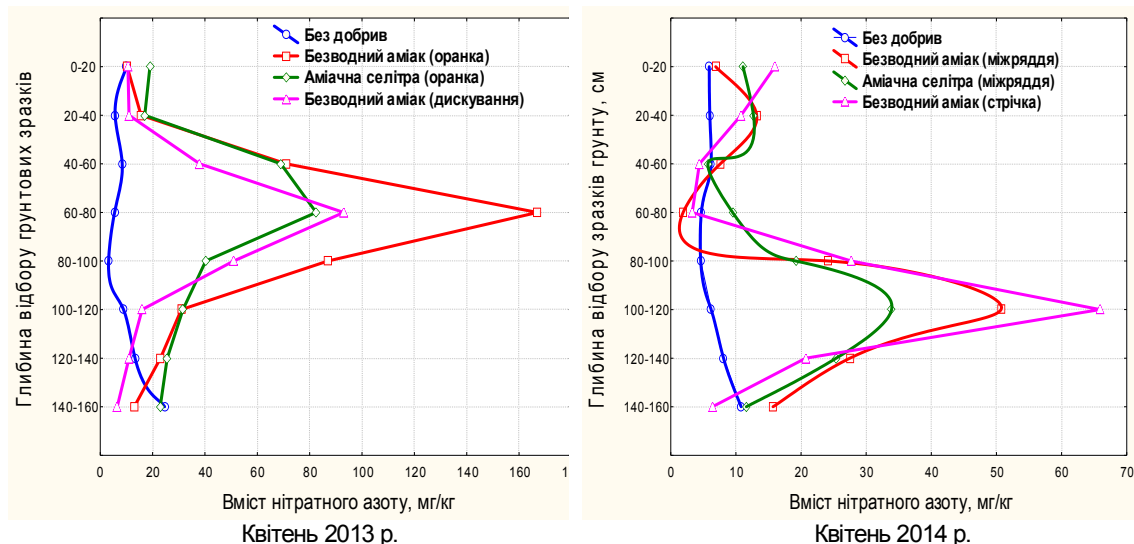


Рис. 1. Міграція нітратних форм азоту по профілю ґрунту під впливом застосування різних форм азотних добрив

Така різниця в інтенсивності міграції нітратного азоту по роках обумовлена збільшенням середньорічної кількості опадів в 2014 р. на 76 мм. Концентрація нітратного азоту безпосередньо в стрічці внесення рідкого безводного аміаку на глибині 80-120 см була в 1,7 раза вищою, ніж у ґрунтових зразках, відібраних у міжрядді.

Істотну роль у процесі міграції азоту відіграє спосіб основного обробітку ґрунту, заміна глибокої оранки дискуванням у 2 сліди скорочує зону міграції азоту майже вдвічі.

Висновки. Внесок добрив у забруднення чорнозему типового важкими металами та фтором не можна порівнювати з більш вагомими техногенними джерелами забруднення, але слід враховувати у розробці обґрунтованих доз різних форм добрив за комплексного застосування засобів хімізації.

Застосування рідкого безводного аміаку, як альтернативи гранульованим азотним добривам, обумовлює ряд екологічних ризиків, одним з яких є вилугування нітратного азоту вглиб по профілю, що безумовно вимагає систематичного контролю.

Однак, несприятливі агроекологічні чинники можуть бути майже повністю усунуті завдяки збалансованій науково обґрунтованій системі удобрення сільськогосподарських культур, у якій враховано економічну та екологічну доцільність підтримання параметрів агроекологічних показників ґрунту на безпечному рівні.

Список використаної літератури

1. Фатеев А.И. Основы применения микроудобрений / А.И. Фатеев, М.А. Захарова. – Харьков: Изд. КП «Типография № 13», 2005. – 134 с.
2. Фатеев А.И. Забруднення ґрунтів важкими металами як фактор їх деградації / А.И. Фатеев, М.М. Мірошніченко // Вісник ХДАУ. - 1999. - № 1. – С. 206 - 209.
3. Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации фторидов: ГОСТ 4386-89. – [Дата введения 01.01.91]. – М.: ИПК Издательство стандартов. – 11 с. – (Межгосударственный стандарт)

4. *Якість ґрунту*. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГ'А ім. О.Н. Соколовського: ДСТУ 4729:2007. – [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 14 с. – (Національний стандарт України)
5. *Овчаренко М.М.* Тяжелые металлы в системе почва-растение-удобрения / М.М. Овчаренко // Химия в сельском хозяйстве. – 1995. – № 4. – С. 8 – 9.995
6. *Wilke B.M.* Langzeitwirkungen von Kupfer und Zink auf die Mikrobielle Aktivität eines humosen, lehmigen Sandes / B. M. Wilke // Landwirtschaftliche Forschung. – 1987. – Bd. 40, № 4. – S. 336-343.
7. *Носко Б.С.* Фосфатний режим ґрунтів і ефективність добрив / Б.С. Носко. – К.: Урожай, 1990. – 220 с.
8. *Носовская И.И.* Влияние длительного систематического применения различных форм минеральных удобрений и навоза на накопление в почве и хозяйственный баланс кадмия, свинца, никеля и хрома / И.И. Носовская, Г.А. Соловьев, В.С. Егоров // Агрохимия. – 2001. – № 1. – С. 82-91.
9. *Балюк С.А.* Особливості міграції та акумуляції фтору в зрошуваних ґрунтах / С.А. Балюк, Л.А. Чаусова, Н.Ю. Гаврилович // Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України. – К.: Аграрна наука. – 2009. – 624 с.
10. *Кудзин Ю.К.* Накопление в черноземной почве и растениях фтора при многолетнем применении суперфосфата: тезисы докл. V делегатского съезда Всесоюзного общества почвоведов / Ю.К. Кудзин, В.М. Палова. – Минск, 1977. – Вып. III. – С. 212.
11. *Духанин Ю.А.* Миграция нитратного азота по профилю почвы при разных системах удобрения / Ю.А. Духанин // Экологическая агрохимия: материалы результатов исследований кафедры агрохимии МГУ им. М.В. Ломоносова. – М., 2008. – С. 213-235
12. *Уваров Г.И.* Азотный режим чернозема типичного при возделывании культур в севообороте / Г.И. Уваров, В.Д. Соловченко // Агрохимия. – 2009. – № 4. – С. 5-10.
13. *Филиппов И.Д.* Миграция нитратов в орошаемой темно-каштановой среднесуглинистой почве / И.Д. Филиппов, В.И. Криштопа, П.А. Криштопа // Плодородие мелиорационных земель УССР и пути его повышения. – К.: ЮО ВАСХНИЛ, 1988. – С. 90-93.
14. *Пироженко Г.С.* Вымывание питательных веществ из лесных дерново-подзолистых почв / Г.С. Пироженко, Л.А. Шевченко, В.В. Лахмытко // Химия в сельском хозяйстве. – 1979. – № 12. – С. 50-54.
15. *Носко Б.С.* Экологические последствия применения высоких доз минеральных удобрений на черноземе типичном / Б.С. Носко, Е.Ю. Гладких // Проблемы агрохимии и экологии. – 2013. – № 2. – С. 32-37.
16. *Campbell C.* Nitrate leaching in the semiarid prairie: effect of cropping frequency, crop type and fertilizer after 37 years / C. Campbell, F. Selles, R.P. Zentner // Soil Sci. – 2006. – №4. – P. 701-710.
17. *Ghosh P.* Nitrogen mineralization, nitrification and nitrifier population in a protected grassland and rainfed agricultural soil / P. Ghosh, P.P. Phyani // Trop. Ecol. – 2005. – №2. – P. 173-181.
18. *Simpson S.* Nitrogen fertilizer: agricultural breakthrough and environmental bane / Sarah Simpson // Scientific American. – 2009. – P. 65-67.
19. *Takenchi Junichiro.* Optimum fertilizer application for controlling rainfall irrigation – induced nitrate leaching to ground water / Takenchi Junichiro, Kawachi Toshihiko // Nogyo dobokyo gakkai. – 2007. – №1. – P. 1-9.

Стаття надійшла до редколегії 18.05.2015

AGROECOLOGICAL ASPECTS OF THE APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Ye. Hladkikh

NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky",
(ye.hladkikh@ukr.net)

The research was carry out in the long stationary and temporary field experiment on chernozem in order to determine regularities change of the basic indicators of the environmental condition of the soil (accumulation of mobile forms of heavy metals and soluble fluorine migration nitrate forms of nitrogen in the soil profile) under the influence of the application of different forms and doses of fertilizers with different duration. Investigations were conducted using comparative statistical research methods, short- and long-term observations of soil and environmental processes in field experiments; analytical research was performed using standardized methods. It was established that in the maximum fertilized variants of concentration of the elements in soil are within acceptable levels of pollution. The contribution of fertilizer pollution in chernozem typical with heavy metals and fluoride is not comparable with a significant anthropogenic source of pollution. It was found that by application of liquid anhydrous ammonia in agriculture the intensity migration of nitrate nitrogen to a depth of 100-120 cm is almost twice higher compared to application of traditional ammonium nitrate.

Key words: fertilizers; heavy metals; fluoride; liquid anhydrous ammonia; environmental problems.

ОХОРОНА ТА ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ SOIL PROTECTION and RECLAMATION

УДК 631.459.2

ЛОКАЛЬНЕ ПРОТИЕРОЗІЙНЕ ЗОНУВАННЯ ЗЕМЕЛЬ

М.В. Куценко

ННЦ "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського"
(kutsenkonv53@gmail.com)

Метою статті є обґрунтування нового методичного підходу до локального протиерозійного зонування земель, суть якого полягає у виділенні земель, ерозійно безпечних для вирощування запланованих сільськогосподарських культур, і розрахунку мінімально достатніх протиерозійних властивостей ґрунтозахисних сівозмін для захисту від ерозії найбільш ерозійно-небезпечних земель. Використано методи індексного оцінювання ерозійної небезпеки земель, математико-картографічного моделювання та ГІС-технологію. В результаті розроблено алгоритм інформаційного забезпечення оптимального ґрунтозахисного розміщення сільськогосподарських культур на землях із різною ерозійною небезпекою.

Ключові слова: ерозійна небезпека; оцінка; захист ґрунтів; протиерозійне зонування; картографування.

Постановка проблеми. Сільськогосподарські культури характеризуються різними коефіцієнтами ерозійної небезпеки. Це дає можливість оптимізувати захист ґрунтів від ерозії шляхом використання протиерозійних властивостей всіх сівозмін, а не тільки ґрунтозахисних. З цією метою доцільно здійснювати локальне протиерозійне зонування земель задля створення інформаційної основи просторової ґрунтозахисної оптимізації сівозмін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ґрунтозахисні рішення потребують кількісного обґрунтування, яке до теперішнього часу залишається проблематичним через низку причин. Калібрування та перевірка моделей ерозії завжди були проблематичними через складну природу ерозійно-аккумулятивних процесів. Для перевірки балансових моделей змиву часто використовують метод вимірювання об'ємів ерозійних рівчаків. Таку перевірку здійснювали О.О. Світличний [1], Е. Альбертс, Ф. Гідей [2]. З цією метою, а також для калібрування моделей ерозії використовують стокові майданчики [3]. Використання однієї з найбільш досконалих моделей ерозії WEPP дуже ускладнюється великою кількістю параметрів і необхідністю її калібрування у США за допомогою інструментально-програмного комплексу GLIGEN [4]. Практично неможливо забезпечити моделі змиву ґрунту, навіть спрощену USLE (RUSLE), репрезентативною інформацією для їх калібрування на рівні деталізації внутрішньогосподарського землеустрою [5].

Однаковий змив веде до різних втрат родючості на ґрунтах різної еродованості [6]. Чим більше еродованість ґрунту тим меншими є такі втрати. Тому для незмитих ґрунтів норми змиву є меншими ніж для змитих [3]. Цим пояснюється потреба в такому розміщенні сівозмін, щоб їх ґрунтозахисна здатність максимальною мірою збалансовувала втрату стійкості ґрунту на ріллі. У практиці ґрунтозахисного землевпорядкування використовують протиерозійну типізацію земель за технологічними групами. Така типізація спирається на врахування лише кутів нахилу і передбачає виділення на ріллі трьох технологічних груп земель за кутами нахилу: I – до 3° , II – $3 - 7^\circ$, III – понад 7° і визначення для них ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур [7]. Зазначена типізація не враховує довжини схилів, площі водозборів улоговин, існуючі полезахисні лісові смуги, які істотно впливають на ерозійну небезпеку земель, і не дозволяє досягти просторової диференціації щільності протиерозійних заходів, адекватної реальній ерозійній небезпеці ріллі.

Відомі способи оцінки та картографування ерозійної небезпеки земель передбачають просторово адекватне калібрування моделі на основі географічної прив'язки ерозійних подій та врахування ерозійних чинників [8 - 9]. Вони дозволяють проводити адекватну просторову оцінку ерозійної небезпеки земель, але не передбачають врахування протиерозійних властивостей культурних рослин.

Мета дослідження полягала в розробці методу кількісного визначення та картографування земельних ділянок, ерозійно безпечних для вирощування певних сільськогосподарських культур, суть якого полягає в протиерозійному зонуванні земель.

Об'єкт, методи та результати дослідження. Об'єктом дослідження були землі Русько-Тишківської сільської ради, розташовані в Харківському районі Харківської області. Ґрунтовий покрив території дослідження представляють різновиди чорнозему типового важкосуглинкового.

В основу протиерозійного зонування покладено індекс ерозійної небезпеки земель, що враховує коефіцієнт ерозійної небезпеки сільськогосподарської культури [8]:

$$I_e = \frac{v}{v_p} = K_p K_s (FI)^{0,4} J^{0,3}, \quad (1)$$

де: I_e – індекс ерозійної небезпеки земель;

v – середня швидкість водного потоку, м/с;

v_p – розмивна швидкість водного потоку для ріллі, м/с;

K_p – коефіцієнт ерозійної небезпеки сільськогосподарської культури (для чорного ґрунту $K_p = 1$);

K_s – коефіцієнт, що об'єднує ерозійні властивості земель певної ділянки;

F – площа водозбору, що замикається створом 10 м, м²;

I – інтенсивність зливи, м/с;

J – ухил схилу.

Послідовність локального протиерозійного зонування земель має бути такою:

1. За допомогою приладу GPS визначають координати меж досліджуваної території.

2. У географічній інформаційній системі Mapinfo роблять географічну прив'язку електронної топографічної карти масштабу 1 : 10000.

3. Креслять лінії стоку за допомогою команди Polyline від вододільної до базисної точки, з фіксацією точок їх перетину з горизонталями. Сусідні лінії стоку вводять проти годинникової стрілки. Лінії стоку вводять у межах кожної суцільної ділянки водозбірного басейну до тих пір, поки перепад висот між початковими точками сусідніх ліній стоку не перевищуватиме перепад висот між сусідніми точками лінії стоку, або наступна ділянка, що підлягає діагностиці буде розташована в просторовому розриві з попередньою. У випадках, що суперечать цим вимогам, до TAB-файлу вводять ознаку початку нової ділянки водозбірного басейну. Необхідність такого введення інформації обумовлена вимогами до автоматичної побудови векторної структурної цифрової моделі рельєфу, яка є інформаційною основою протиерозійного зонування земель.

4. Протиерозійні рубежі креслять у довільній послідовності також за допомогою команди Polyline.

5. Креслять робочі ділянки в довільній послідовності за допомогою команди Polygon.

6. Для подальших математичних розрахунків шари, що містять географічну інформацію, зберігають у проекції Universal Transverse Mercator (WGS 84), в якій координати точок представлено в метрах.

7. Дані MIF– файлів, що містять інформацію про рельєф, зберігають у вигляді векторної структурної цифрової моделі рельєфу (ВСЦМР) – системи TXT-файлів, що містять структурно впорядковані координати точок ліній стоку та висоти рельєфу [9].

У вершинах ерозійних рівчаків, що утворились внаслідок зливи певної інтенсивності I , значення індексу ерозійної небезпеки земель дорівнює 1,0. Це дає можливість проводити калібрування моделі оцінки ерозійної небезпеки шляхом розрахунку значень коефіцієнту K_s для чорного пару [8].

8. Після проходження потужної зливи визначають за допомогою плевіографу її інтенсивність, а за допомогою GPS – координати вершин ерозійних рівчаків, обумовлених цією зливою.

9. За допомогою ВСЦМР розраховують коефіцієнт K_s для чорного пару ($K_p = 1$) [9]. За результатами дослідження розраховали значення цього коефіцієнту для земель Русько-Тишківської сільської ради склало – 8,85.

10. Визначають склад сільськогосподарських культур у сівозмінах на досліджуваній території.

11. За довідковими даними розраховують середні впродовж вегетаційного періоду значення коефіцієнта ерозійної небезпеки для кожної із запланованих сільськогосподарських культур (табл. 1) [10].

1. Значення коефіцієнтів ерозійної небезпеки сільськогосподарських культур

Культура	Коефіцієнт ерозійної небезпеки по місяцях протягом вегетаційного періоду							В середньому
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Пар	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Озимі на зерно	0,40	0,25	0,15	0,15	0,30	0,80	0,40	0,35
Озимі на зелений корм	0,40	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80
Горох	1,00	0,25	0,20	0,15	1,00	1,00	1,00	0,66
Ячмінь ярий	0,70	0,25	0,20	0,15	0,30	1,00	1,00	0,51
Овес	0,70	0,25	0,20	0,15	0,30	1,00	1,00	0,51
Соняшник	1,00	0,95	0,80	0,75	0,60	0,60	1,00	0,81
Кукурудза на силос	1,00	0,95	0,80	0,70	0,55	1,00	1,00	0,86
Кукурудза на зерно	1,00	0,95	0,80	0,75	0,60	0,60	1,00	0,81
Буряк	1,00	0,95	0,80	0,80	0,70	0,80	1,00	0,86
Ячмінь з підсівом багаторічних трав	0,70	0,25	0,20	0,15	0,15	0,10	0,10	0,24
Багаторічні трави 1-го року	1,00	0,90	0,90	0,80	0,50	0,20	0,10	0,63
Багаторічні трави 2-го та 3-го років	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Соя	1,00	0,90	0,40	0,40	0,40	1,00	1,00	0,73
Ріпак ярий	1,00	0,40	0,20	0,20	0,25	1,00	1,00	0,58
Картопля	1,00	0,95	0,80	0,80	0,70	0,80	1,00	0,86

12. Здійснюють оцінку ерозійної небезпеки земель господарства за умов чорного пару та зберігають картограму й легенду такої оцінки у вигляді векторних шарів географічної інформації з розширеннями MIF і MID у базі даних. У файлі з розширенням MIF зберігають координати та коди умовних кольорів, що відповідають шкалі й легенді оцінки ерозійної небезпеки земель (табл. 2) [8], а в першому стовпчику файлу з розширенням MID – значення індексу ерозійної небезпеки за умов чорного пару.

2. Шкала оцінки ерозійної небезпеки земель

Інтервали I_e для чорного пару	Оцінка ерозійної небезпеки
0,0 – 0,5	Відсутня
0,5 – 1,0	Умовна
1,0 – 1,5	Допустима
1,5 – 2,0	Висока
> 2,0	Надмірно висока

13. У Mapinfo перетворюють ці файли у файли з розширеннями TAB за допомогою команди Import із меню Table.

14. Викликають файл із результатами оцінювання ерозійної небезпеки за умов чорного пару до Mapinfo, відкривають вікно SQL Select із меню Query і в ньому роблять вибір точок для відповідної сівозміни за оцінкою “ерозійна небезпека не більше ніж умовна”, що відповідає більшому значенню 2-го інтервалу таблиці 2:

$$(K_p K_s (FI)^{0,4} J^{0,3})_i \leq 1,0, \quad (2)$$

де i – номер сівозміни з коефіцієнтом ерозійної небезпеки K_p , а інші умовні позначки такі самі як у (1).

Такі вибірки роблять для кожної сівозміни, і зберігають у базі даних у вигляді окремих шарів точок.

15. Якщо в господарстві є землі, ерозійна небезпека яких не компенсується сівозміною з найменшим коефіцієнтом ерозійної небезпеки, то, за допомогою умови (2), складають ґрунтозахисну сівозміну, що забезпечує значення коефіцієнта ерозійної небезпеки не більше максимально допустимого.

16. Креслять картограму протиерозійного зонування земель.

Розроблено комп'ютерну технологію, що дозволила автоматизувати процес протиерозійного зонування земель (рис. 1). Легенда рисунку 1А відповідає шкалі оцінки ерозійної небезпеки земель (див. табл. 2). Числами у дужках позначено частку площі земель із певною ерозійною небезпекою у загальній площі земель сільради.

У ході оцінювання ерозійної небезпеки та зонування земель автоматично враховують ґрунтозахисну дію протиерозійних рубежів. Урахування існуючих протиерозійних заходів є важливим елементом протиерозійного зонування земель, який потенційно містить певну зацікавленість землекористувачів у збереженні таких заходів, що допускають використання більшої площі земель для інтенсивного обробітку.

Локальне протиерозійне зонування земель спрямовано на інформаційне забезпечення ґрунтозахисного розміщення сільськогосподарських культур у просторі. Воно дає можливість оптимального вибору з багатьох варіантів землевпорядних рішень. У легенді рисунку 1Б наведено умовні позначки площ земель, ерозійно безпечних за умов їх використання для вирощування сільськогосподарських культур, коефіцієнти ерозійної небезпеки яких не перевищують відповідних значень. Якщо умова (2) виконується для сівозміни з певним значенням коефіцієнту ерозійної небезпеки (K_p), то вона також виконується і для кожної сівозміни із меншим значенням K_p . Тому кожна протиерозійна зона з більшим значенням K_p поглинає протиерозійні зони з меншими значеннями цього коефіцієнту. Оскільки ерозійна небезпека за суттю носить диференційований характер (див. рис. 1А), а вибір технологічних ділянок для оптимального ґрунтозахисного вирощування культур є дискретним, то виникає необхідність узагальнення оцінки ерозійної небезпеки й протиерозійного зонування земель у межах таких ділянок. Розроблено комп'ютерну технологію, що дозволяє в автоматичному режимі узагальнювати оцінку ерозійної небезпеки та робити протиерозійне зонування на основі дискретного вибору технологічних ділянок (рис. 2).

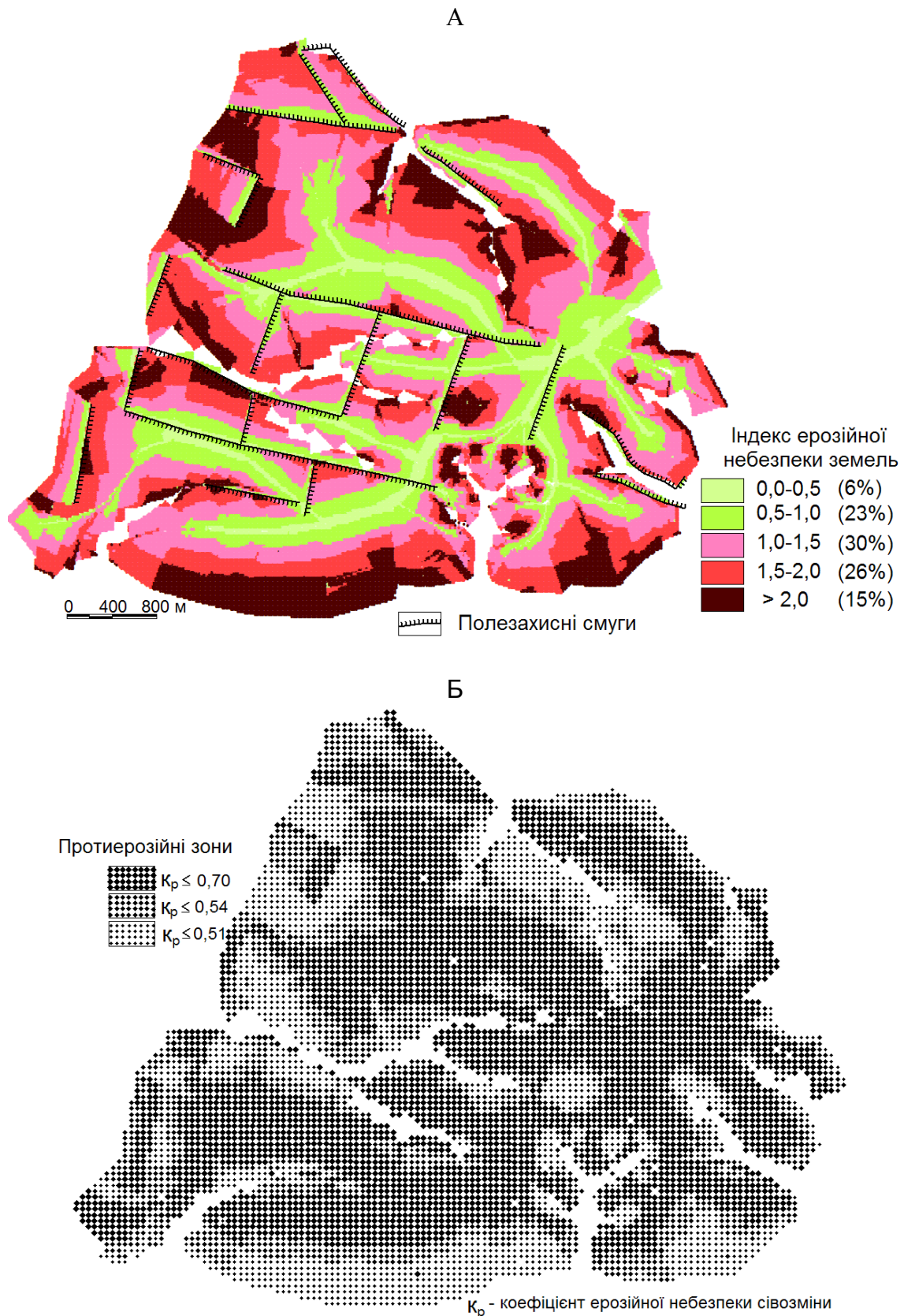


Рис.1. Диференційована оцінка ерозійної небезпеки земель за умов чорного пару (А) та локальне протиерозійне зонування земель (Б)

Площу та склад ґрунтозахисної сівозміни розраховують за умовою (2) для земель, що залишаються ерозійно небезпечними після просторового впорядкування запланованих сівозмін [11].

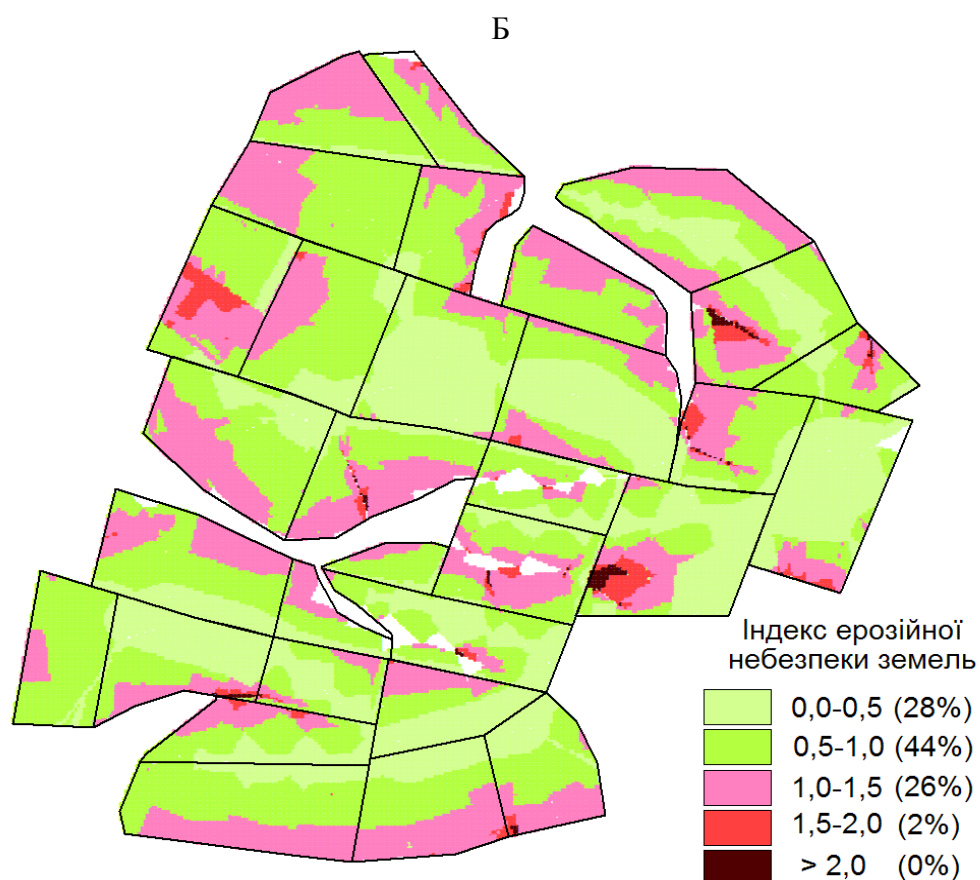
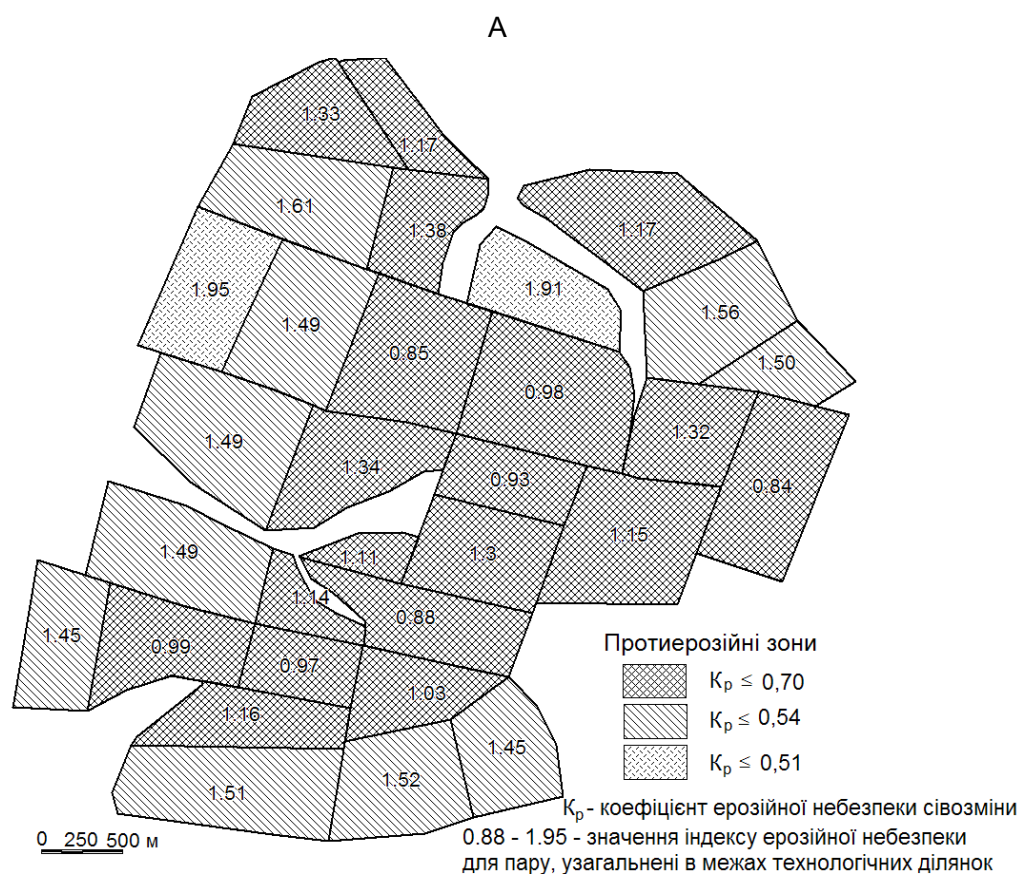


Рис. 2. Протиерозійне зонування технологічних ділянок (А) та оцінка ерозійної небезпеки земель з урахуванням сівозмін (Б)

Протиерозійне зонування спрямовано на оптимальне використання ґрунтозахисних властивостей сільськогосподарських рослин за рахунок їх просторового впорядкування, але таке впорядкування в умовах ускладненого рельєфу повністю не виключає певний ризик прискореної ерозії. Тому для детального інформаційного супроводу агротехнічних протиерозійних заходів на локальному рівні просторової деталізації доцільно проводити диференційовану оцінку ерозійної небезпеки земель для протиерозійних зон. На рисунку 2Б наведено картограму такої оцінки, яка показала, що за шкалою оцінки ерозійної небезпеки (див. табл. 2) 28% земель залишаються ерозійно-небезпечними і потребують додаткових ґрунтозахисних заходів. Такими заходами можуть бути, наприклад, смуги з кулісних насаджень за межами переходу значень індексу ерозійної небезпеки через 1,0, або складні поля з достатнім для виконання умови (2) насиченням ґрунтозахисними сільськогосподарськими культурами.

Висновки

1. Локальне протиерозійне зонування земель є ефективним протиерозійним заходом, що дозволяє істотно зменшувати ризик ерозії за рахунок використання протиерозійних властивостей сільськогосподарських культур без додаткових витрат на інші заходи.
2. Протиерозійний ефект досягається завдяки розміщенню сівозмін на технологічних ділянках таким чином, що їхні протиерозійні властивості найбільшою мірою компенсують ерозійну небезпеку земель.
3. Якщо після ґрунтозахисного просторового розподілу запланованих сівозмін між технологічними ділянками залишаються ерозійно-небезпечні землі, то для їх раціонального використання доцільно вживати ґрунтозахисну сівозміну, склад якої необхідно розраховувати за обмеженням (2), з використанням інформації з таблиці 1.
4. Проблему охорони ґрунтів від ерозії неможливо вирішити лише завдяки протиерозійному зонуванню, через складну диференціацію ерозійних чинників у просторі, яка також присутня в межах окремих технологічних ділянок, але таке зонування є важливим заходом у плануванні ґрунтозахисного землеробства.
5. Для детального інформаційного супроводу протиерозійних заходів у просторі доцільно протиерозійне зонування супроводжувати диференційованою оцінкою ерозійної небезпеки земель та плануванням протиерозійних заходів, що відповідають реальній ерозійній небезпеці земель.
6. Попередження прискореної ерозії, на яке націлено протиерозійне зонування, є важливою стратегією сталого землекористування і збереження родючості ґрунтів.

Список використаної літератури

1. Светличный А. А. Рельефные условия склонового водно-эрозионного процесса и вопросы их моделирования [Текст] / А. А. Светличный // Геогр. и природные ресурсы. - 1991. - № 4. - С. 123 – 131.
2. Альбертс Е., Гидей Ф. Сопоставление фактического смыва сильными ливнями со значениями, рассчитанными по модели WEPP [Текст] / Е. Альбертс, Ф. Гидей // Почвоведение. - 1997. - № 5. - С. 642 - 646.
3. Светличный А. А. Эрозиоведение: теоретические и прикладные аспекты [Текст] / А. А. Светличный, С. Г. Черный, Г. И. Швец. – Сумы: Университетская книга, 2004. – 410 с.
4. Черваньов І. Г. Флювіальні геоморфосистеми: дослідження й розробки Харківської геоморфологічної школи [Текст] / І. Г. Черваньов, С. В. Костріков, Б. Н. Воробйов – Харків: ХНУ, 2006. – 322 с.
5. Farre G. Calibration of Rainfall Simulator, Research Center for Sustainability in Ecological Engineering and Water Resources Technology, University of Western Sydney [Текст] / G. Farre. - Sydney, 2001. – 37 p.
6. Эколого-экономические проблемы сельскохозяйственного производства [Текст] / Под ред. О. Ф. Балацкого. – Киев: Урожай, 1992. – 144 с.
7. Наказ 02.10.2013 № 396 “Про затвердження Методичних рекомендації щодо розроблення

проектів землеустрою, що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозміни та впорядкування угідь" [Текст] // Землевпорядний вісник. – 2013. – № 10. – С. 52 – 63.

8. Пат. 70268. Україна. МПК⁵¹ А01D 13/00 Спосіб визначення ерозійної небезпеки схилів земель [Текст] / Куценко М.В.; заявник і власник Національний науковий центр "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського": - № у 2011 11105; заявл. 19.09.2011; опубл. 11.06.2012. Бюл. № 11.

9. Пат. 79888. Україна. МПК⁵¹ А01В 13/16 Спосіб картографування ерозійної небезпеки схилів земель [Текст] / Куценко М.В.; заявник і власник Національний науковий центр "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського": - № у 2012 10408; заявл. 03.09.2012; опубл. 13.05.2013. Бюл. № 9.

10. Моргун, Ф.Т. Почвозащитное земледелие [Текст] / Ф.Т. Моргун, Н.К. Шикун, А.Г. Тарарико. К.: «Урожай», 1988. – 256 с.

11. Пат. 95650 Україна. МПК⁵¹ А01В 13/16. Спосіб картографування ерозійної небезпеки та протиерозійного зонування земель [Текст] / Куценко М.В.; заявник і власник Національний науковий центр "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського": - № у 2014 08754 заявл. 04.08.2014; опубл. 25.12.2014. Бюл. № 24

Стаття надійшла до редколегії 15.03.2015

LOCAL ANTI-EROSION LAND ZONING

M.V. Kutsenko

NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky "
(kutsenkonv53@gmail.com)

The purpose of this paper is to prove the new methodical approach to the local anti-erosion land zoning, which essentially consists in the allocation of erosion-safe lands for cultivation planned crops, and calculating the minimum adequate anti-erosion properties of soil conservation crop rotations to protect against erosion the most erosion dangerous lands. Methods of index estimation of land erosion hazard, mathematical and cartographic modeling and GIS technology were used. As a result, the algorithm of optimal soil conservation location of agricultural crops on lands with different erosion hazard was elaborated.

Key words: erosion hazard; soil conservation; anti-erosion zoning; mapping.

УДК 631.434.6; 631.6.02; 631.459.21

ТРАНСФОРМАЦІЯ ПРОТИДЕФЛЯЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ҐРУНТУ В КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ЗМІН КЛІМАТУ

С.Г. Чорний¹, О.М. Хотиненко¹, А.В. Волошенюк²

¹Миколаївський національний аграрний університет

²Асканійська державна сільськогосподарська дослідна станція ІЗЗ НААНУ
(chorny@rambler.ru)

Метою досліджень було визначення змін стійкості ґрунту до дефляції в умовах сучасних змін клімату. У модельному лабораторному досліді вивчали зміни в агрегатному складі чорнозему південного важкосуглинкового, викликані дією штучного заморожування та розтавання ґрунтової маси. За даними метеостанції Асканія-Нова визначили характер багаторічної динаміки середніх зимових температур та переходів температури повітря через 0°C на території Лівобережного Південного Степу. В результаті експерименту віднайшли, що під дією значних коливань температури відбувається інтенсивне руйнування вітроетрих структурних агрегатів ґрунту. Зокрема, за вихідного вмісту дефляційно вразливих агрегатів 38,6 %, під дією вже 30 циклів «заморожування-танення» спостерігали його зростання до 50 %. Аналізуючи результати багаторічних спостережень констатували, що в останні десятиріччя існує стала тенденція до підвищення температури повітря в зимовий період, що супроводжується змінами в кількості переходів температури повітря і ґрунту через 0 °C та зменшенням (особливо після 2000 року) кількості циклів «замерзання-танення» поверхневого шару ґрунту. Якщо в середині 70-х років ХХ століття кількість таких переходів досягала 125-130 протягом зимового періоду, то на початку ХХІ - лише 90. Висловлено припущення, що такі зміни мають привести до поліпшення структурного стану ґрунту навесні і зростання, таким чином, стійкості ґрунту до дефляції, тобто, до зменшення небезпеки вітрової ерозії.

Ключові слова: вітрова ерозія; агрегатний склад ґрунту; протидефляційна стійкість ґрунту; грудкуватість; зміна клімату.

Вступ. Лівобережний Степ України є дефляційно-небезпечною територією. Сильні пилові бурі досить часто видують найбільш родючий верхній шар ґрунту, знищують посіви сільськогосподарських культур, наносять великі збитки транспортній та меліоративній інфраструктурі. Виникнення процесу дефляції в регіоні має імовірнісний характер і трапляється тільки тоді, коли співпадають у просторі та у часі два визначальні фактори – *небезпечна швидкість вітру* (для суглинкових чорноземних ґрунтів – більше 11 м/с [1]) і *дефляційно вразлива поверхня ґрунту*. Стійкість поверхні ґрунту до дефляції визначається станом структури ґрунту і наявністю рослинності та (або) рослинних решток, які забезпечують поверхні певну шорсткість, завдяки якій вона може певний час протистояти сильним вітрам.

Що стосується ґрунтової складової, то, як відзначають провідні українські та зарубіжні вчені [1, 3, 5], стійкість ґрунту до дефляції значною мірою є функцією його макроструктури у поверхневому шарі, а саме, «грудкуватістю», наявністю певної кількості агрегатів великого розміру. У вітчизняній літературі до таких агрегатів відносять агрегати розміром більше 1 мм, в англійській – більше 1/30 дюйма. Зокрема було визначено [1], що небезпека дефляції на основних ґрунтах Лівобережного Степу України (південні чорноземи різних гранулометричного складу, солонцюватості та еродованості / дефльованості) виникає тоді, коли вміст стійких до дефляції агрегатів ($d > 1$ мм), визначений "сухим" просіюванням за Саввіновим, буде більшим ніж 50 %.

Різні літературні джерела [3, 5, 6, 7] вказують на те, що ступінь розпиленості поверхневого шару ґрунту (зменшення вмісту крупних агрегатів) в кінці зими та навесні пов'язана не лише з генетичними характеристиками ґрунту (гранулометричний склад, вміст гумусу і карбонатів, солонцюватість тощо) та агротехнічними факторами, але ще й з дією температурного режиму, а саме, з періодичністю процесів заморожування й танення поверхневого шару ґрунту впродовж холодної пори року.

На нашу думку, все сказане вище необхідно розглянути в контексті сьогоденних змін клімату в регіоні. Стале потепління клімату вважається надійно встановленим емпіричним фактом для України. Зокрема, аналіз масових метеорологічних даних дозволяє бачити, що в останні 50-60 років спостерігається підвищення середньорічної температури приземного шару атмосфери на 0,2-0,3°C [4]. Однак сучасними дослідженнями кліматологів уточнено, що потеплення клімату в Україні пов'язане не стільки з загальним підвищенням приземної температури повітря у всі сезони року, скільки зі швидким зростанням температур саме у зимовий період [2].

Метою роботи є визначення наявності зв'язку між підвищенням температури повітря і ґрунту у холодний період року та ймовірними змінами стійкості ґрунту до дефляції навесні.

Об'єкти і методи досліджень. Об'єктом досліджень були зміни в агрегатному складі ґрунту, який визначали методом сухого просіювання за Саввіновим під дією зміни температур. Дослід проводили в умовах лабораторії з використанням холодильного пристрою, за допомогою якого моделювали різну кількість циклів «заморожування-відтаювання» – 5, 10, 15, 20, 25 і 30. Ґрунтову масу було відібрано з шару 0-3 см чорнозему південного важкосуглинкового у межах дослідного поля Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції ІЗЗ НААНУ, що знаходиться в Каховському районі Херсонської області. Ґрунтову масу впродовж експерименту тримали у повітряно-сухому стані і вміст вологи не контролювали. Повторність досліджень була п'ятиразовою.

Іншим об'єктом досліджень були дані багаторічних спостережень за температурою повітря на метеостанції Асканія-Нова, яка знаходиться в центрі

найбільш дефляційно-небезпечної частини Лівобережного Степу [1]. Метеоспостереження на цій станції проводять із середини 40-х років XX століття. До масиву зібраних метеоданих було залучено середні щоденні зимові температури у період від 3-ї декади листопада до 3-ї декади березня. За щоденними даними розрахували кількість переходів температури повітря через 0°C для кожного року від 1945 до 2012. Графічний аналіз проведено засобами табличного процесора Microsoft Office Excel.

Аналіз результатів досліджень. Дослідження динаміки агрегатного складу ґрунтової маси чорнозему південного важкосуглинкового у шарі 0-3 см підтвердили вихідну гіпотезу, що однією з імовірних причин виникнення дефляції весною є інтенсивне розпилення поверхневого шару ґрунту під дією метеорологічних факторів, а саме, замерзання і танення ґрунту впродовж холодної пори року. В результаті проходження циклів «замерзання-танення» у ґрунтових моделях спостерігається інтенсивне руйнування ґрунтових агрегатів розміром більше 1 мм (рис. 1). Статистичною обробкою здобутих даних, шляхом оцінки суттєвості середніх різниць за критерієм Ст'юдента, виявлено наявність істотних різниць між варіантами на 5-% рівні значущості, що свідчить про достовірність результатів експерименту. Найбільш інтенсивного руйнування під впливом метеорологічних факторів зазнавали агрегати розміром > 10 , 2-3 та 1-2 мм, в той же час відносно стійкими до руйнування виявились агрегати розміром 3-5, 5-7 та 7-10 мм. У результаті проходження 30 циклів «заморожування-танення» через руйнування 12,8 % дефляційно-стійких агрегатів розміром більше 1 мм, у ґрунтових зразках зростає кількість дефляційно вразливих агрегатів, розміром 0,5-1, 0,25-0,5 та $< 0,25$ мм відповідно на 2,5, 4,1 та 6,2 % (рис. 1).

Однак, за зменшення кількості циклів до 25-30, вміст дефляційно вразливих агрегатів (< 1 мм) зменшився до припустимого рівня (50-52 %).

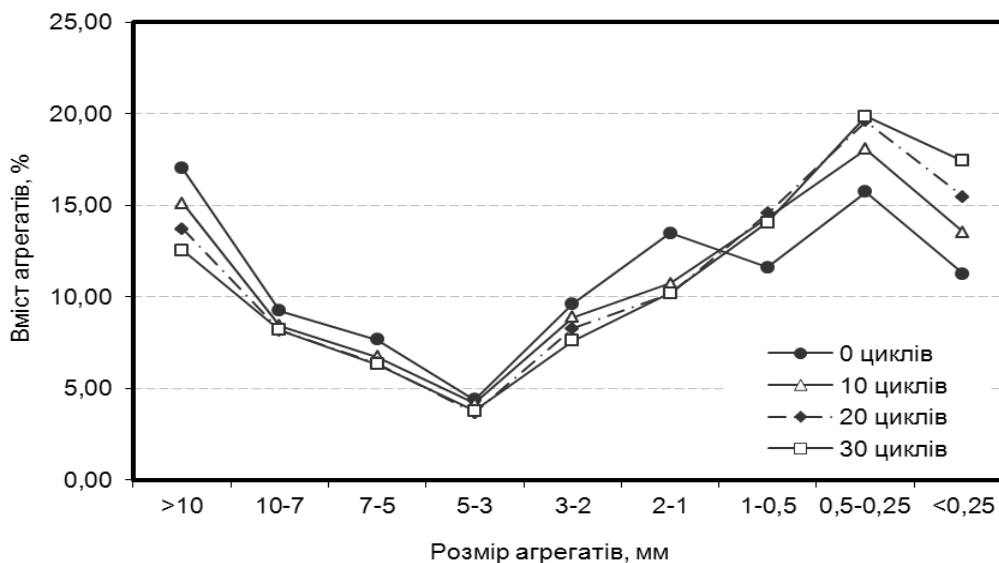


Рис. 1. Трансформація агрегатного складу чорнозему південного важкосуглинкового в результаті змодельованого замерзання і танення

Графічний аналіз багаторічної динаміки середньої температури повітря холодного періоду року (3-я декада листопада – 3-я декада березня) за даними метеостанції Асканія-Нова показано на рис. 2. Як видно, спостерігається стійкий тренд зростання температур холодного періоду року. Якщо з кінця 40-х до початку 80-х років XX сторіччя середні температури холодного періоду року були від'ємними ($-1,2 - 0^{\circ}\text{C}$), то вже з кінця 80-х років вони стали додатними, а в 2013-2014 рр. середня температура досягла майже $+1^{\circ}\text{C}$. Така тенденція підтверджується і літературними даними [2].

На нашу думку, існує прямий зв'язок між кількістю переходів температури повітря, а отже і температури поверхні ґрунту через 0°C упродовж холодного періоду року та середньою температурою повітря.

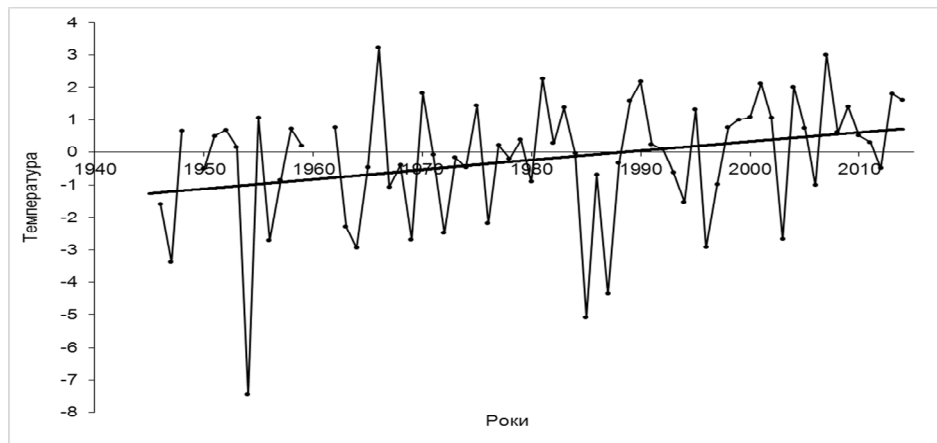


Рис. 2. Багаторічна динаміка середньої температури повітря холодного періоду року (3-я декада листопада – 3-я декада березня) (метеостанція Асканія-Нова)

Чим вищою або нижчою відносно 0°C буде середня температура повітря найхолоднішого періоду року, тим, очевидно, кількість переходів температури через 0°C , а отже і кількість циклів «замерзання-танення» ґрунту буде меншою. У цьому випадку руйнація вітростійких агрегатів буде слабшою, а, отже, стійкість ґрунту до дефляції весною буде більш високою.

І навпаки, якщо середня температура холодного періоду року буде близькою до 0°C , то кількість переходів через 0°C і кількість циклів «замерзання-танення» ґрунту буде максимальною. У такому разі на весну утвориться повністю розпорошена структура і стійкість ґрунту до дефляції буде низькою.

Графічний аналіз переходів температури у визначений вище період року через 0°C в багаторічному розрізі показано на рис. 3. Якщо разом аналізувати рисунки 2 і 3, дійсно, добре видно, що велике відхилення середньої температури повітря від 0°C приводить до зменшення кількості переходів температури повітря та поверхневих шарів ґрунту від від'ємних значень до додатних. З кінця 40-х років до середини 70-х років ХХ століття кількість таких переходів поступово зростала (до 125-130 разів за визначений період року), а потім, після певної стабілізації, почала знижуватися (до 90 переходів через 0°C першими роками ХХІ століття). Причому це проходило практично синхронно із зростанням додатних зимових температур, яке почалося на початку 90-х років (рис. 2). Судячи з приведеного графічного аналізу метеорологічних даних по метеостанції Асканія-Нова, подальше потепління клімату приведе до швидкого падіння кількості таких переходів, а, отже, і до зменшення кількості циклів «замерзання-танення» поверхні ґрунту та до поступового збільшення стійкості ґрунту до дефляції.

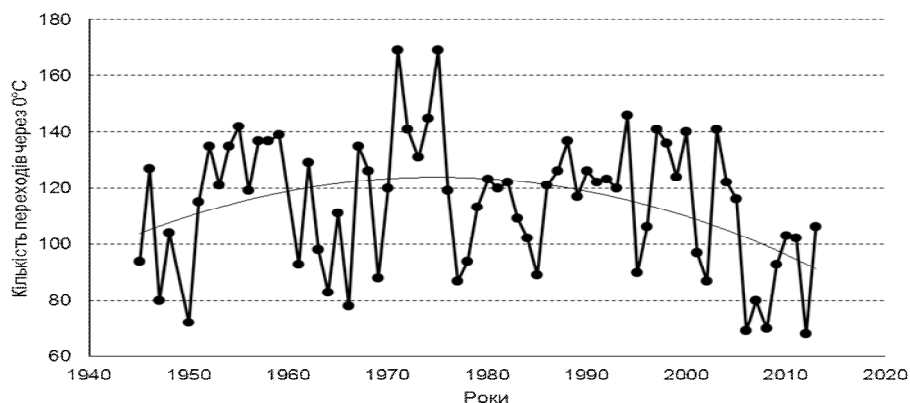


Рис. 3. Багаторічна динаміка кількості переходів температури повітря через 0°C (3-я декада листопада – 3-я декада березня) (за даними метеостанції Асканія-Нова)

Слід зазначити також, що згідно з роботами М.І. Долгілевича [1], середньозважений діаметр агрегатів ґрунту у поверхневому шарі має прямий зв'язок з критичною швидкістю вітру – швидкістю, за якої починається руйнування агрегатів та відривання часточок ґрунту потоком повітря. Чим меншим є середньозважений діаметр агрегатів, тим меншою буде критична швидкість вітру і навпаки.

Очевидно, що якщо загальна кліматична тенденція останніх десятиліть веде до зростання зимової температури, то це приведе до вірогідного зменшення руйнації вітроотривкої структури ґрунту, зростання середньозваженого діаметру агрегатів і збільшення, завдяки цьому, критичної швидкості вітру.

Висновки. Лабораторними дослідженнями виявлено інтенсивне руйнування вітроотривкої структури ґрунтової маси чорнозему південного важкосуглинкового під впливом змодельованого періодичного замерзання і танення ґрунту. За вихідного вмісту дефляційно вразливих агрегатів (< 1 мм) 38,6 %, їх вміст перевищив 50 % після моделювання 30 циклів «заморожування-танення».

Аналіз довготривалих рядів спостережень за температурою повітря показав, що останніми десятиліттями у зоні дії метеостанції Асканія-Нова існує стала тенденція щодо підвищення температури повітря у зимовий період, що супроводжується зменшенням (особливо після 2000 року) кількості переходів температури повітря і ґрунту через 0 °С, тобто, зменшенням кількості циклів «замерзання-танення» поверхні ґрунту, що має привести до поступового зростання стійкості ґрунту до дефляції навісній та ймовірного зменшення небезпеки вітрової ерозії.

Список використаної літератури

1. Долгілевич М.І. Пыльные бури и агролесомелиоративные мероприятия/ М.И. Долгілевич. – М.: Колос, 1978. – 234 с.
2. Паламарчук Л.В. Сезонні зміни клімату в Україні в XXI столітті/ Л.В. Паламарчук, С.В. Гнатюк, Н.В. Краковська, І.П. Шедеменко, Г.О. Дюкель// Наук. праці УкрНДГМІ. – 2010. – Вип. 259. – С.104-119.
3. Чорний С.Г. Вплив погодних умов на протидефляційну стійкість чорнозему південного/ С.Г. Чорний, О.М. Хотиненко // Науковий вісник Чернівецького університету, 2005. – Вип. 257. – Сер. «Біологія». – С. 225-231.
4. Шестое Национальное сообщение Украины по вопросам изменения климата. К. 2013. – 242 с. http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/6nc_v7_final_11.pdf.
5. Anderson C.H. and Wendhardt A. Soil erodibility, fall and spring // Can. J. Soil Sci., 1986. - № 46. - pp. 255-259.
6. Larney, F.J., Lindwall, C.W. and Bullock, M.S. Fallow management and overwinter effects on wind erodibility in southern Alberta // Soil Sci. Soc. Am. J., 1994. -№ 58.- pp. 1788-1794.
7. Merrill, S.D., Black, A.L. and Zobeck, T.M. Overwinter changes in dry aggregate size distribution influencing wind erodibility in a spring wheat-summer fallow cropping system //J. Minn. Acad. Sci., 1995. - № 59(2).-pp. 27-36.

Стаття надійшла до редколегії 15.03.2015.

THE TRANSFORMATION OF SOILS WIND ERODIBILITY IN THE CONTEXT OF MODERN CLIMATE CHANGE

S.G. Chorny¹, O.M. Khotinenko¹, A.V. Voloshenyuk²

¹Mykolayivsky National Agrarian University

²Askaniya State Agricultural Experiment Station IIA NAASU
(chorny@rambler.ru)

The aim of research was the determination of changes in soil wind erodibility under the influence of the modern climate change. To achieve this goal in a laboratory experiment in the process of freezing and thawing action of the soil to changes in the aggregate composition of chernozem south loamy was studied. Using a data of weather station Askaniya-Nova the dynamics of long-term average winter temperatures and temperature transitions through 0°C also were studied. It was noted that under the influence of the temperature factor there is intense destruction of wind sustainable structure. In particular, there are the output value content of wind erosion dangerous aggregate (less than 1 mm) 38,6 %, but under the action are al-

ready 30 cycles of "freeze-thawing" growth of more than 30%. At the same time, the analysis of long series of observations of air temperature shows that in the last decade in Left Bank Steppe of Ukraine there is a trend of increasing temperature in winter, which in turn is accompanied by changes in the number of transitions of air and soil temperature at 0°C and reduction (especially after 2000) the number of cycles of "freezing-melting" of the top layer of soil. If the mid-70s of the XX century the number of such transitions reached 125-130 times per winter, at the beginning of the XXI century was only 90 crossings 0°C. Such changes should lead to increasing the soil wind erodibility in the spring and probable risk reduction of wind erosion.

Key words: *wind erosion; soil aggregate composition; soil wind erodibility; lumpy; climate change.*

УДК 631.61

ЗАСОЛЕНІ ПОДИ ПІВДНЯ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ (на прикладі подів Каланчацького району)

О.М. Дрозд¹, Ю.О. Афанасьєв¹, М.П. Рябцев², В.І. Ніколюк²

¹ ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії імені О.Н. Соколовського»

(*oroshenie@ukr.net*)*;

² Каховська гідрогеолого-меліоративна експедиція

(*khggme@gmail.com*)

* Для листування

У статті наведено результати дослідження динаміки водно-солевих показників ґрунтів подів Херсонської області в умовах рисової сівозміни та після припинення вирощування рису. Встановлено, що під час використання подових земель для вирощування рису площа засолених ґрунтів не перевищувала 11 % в структурі ґрунтового покриття. Після припинення вирощування рису, в результаті вторинного засолення, кількість засолених земель збільшилася до 99 %. Після трирічного zalивання поду прісною дніпровською водою ґрунти розсолились і кількість засолених земель зменшилась на 22 %. Засолення і розсолення ґрунтів відбувалося за рахунок токсичних сульфатних солей. За результатами досліджень виявлено, що засолені землі подів Каланчацького району можна використовувати в сільськогосподарському виробництві за умови їх промивання та за наявності дренажу на даних територіях.

Ключові слова: *під; засолення; ґрунт; рисова сівозміна.*

Вступ. Територія Херсонської області розташована в зоні Причорноморської низовини, яка характеризується винятково рівнинним рельєфом та наявністю западин – подів і степових блюдця. Поди і степові блюдця є акумуляторами поверхневих вод і атмосферних опадів. Загальна площа цих западин в області за даними Каховської ГГМЕ становить понад 220 тис. га. Переважну частину степових блюдця і частину днищ подів, ґрунти яких незасолені, використовують у сільськогосподарському виробництві. Засолені землі подів використовують частково, тому що для повноцінного використання потрібні додаткові фінансові витрати. Засолені землі подів Приморської зони, що знаходяться на відстані 1-10 км від моря, майже не використовуються сільгоспвиробниками.

На території Каланчацького району знаходяться поди Яніс-Агач („Інгіз”) (2700 га), „Чорногрій” (860 га), „Кременчук” (638 га) та Горяжева („Гараджа”) (430 га), землі яких мають різні ступені засолення. Загальна площа подів становить понад 4,6 тис. га [1]. У різні часи частину площі цих подів використовували для будівництва рисових систем, які в подальшому частково було ліквідовано. Проблема використання подових земель, як незасолених, так і засолених, у сільськогосподарському виробництві Херсонської області завжди була актуальною. Актуальна вона і нині, оскільки після ліквідації рисових систем землі подів було розпайовано.

Мета роботи – дослідити динаміку водно-солевих показників ґрунтів подів в умовах рисової сівозміни і після припинення вирощування рису та оцінити можливість використання ґрунтів у сільськогосподарському виробництві (на прикладі поду „Кременчук”).

Об'єкти та методи досліджень. Під „Кременчук” загальною площею 571 га розташований у Каланчацькому районі Херсонської області. Ґрунтовий покрив представлено лучно-каштановими ґрунтами в комплексі з солонцями і солончаками (рис. 1) [2].

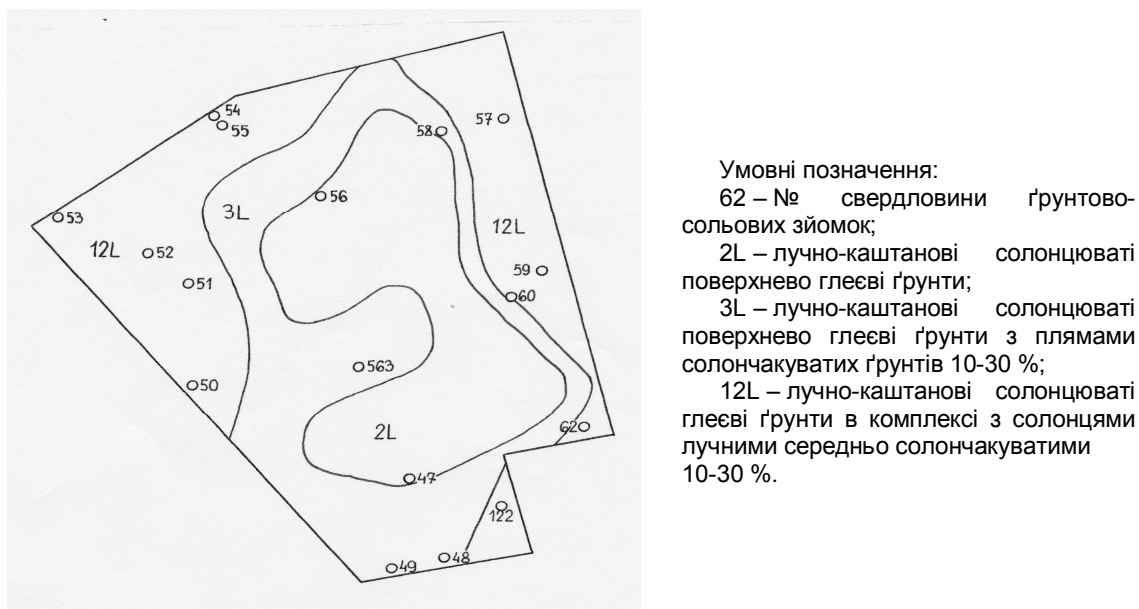


Рис. 1. Карта-схема ґрунтового покриву поду „Кременчук”

У 1965 році на землях поду було побудовано рисову систему, яку в 2001 ліквідовано. Після розпаювання частину земель поду використовували для вирощування зернових культур, сої, соняшника і люцерни, але на основній частині площі поду землі були ренатуралізовані у природні пасовища. У 2009-2011 р.р. під „Кременчук” був залитий дніпровською водою (мінералізація 0,45 г/дм³).

Дослідження змін водно-сольових показників ґрунтів поду вели по 72 свердловинах ґрунтово-сольових зйомок протягом 1995, 2000, 2005 та 2011 років. Точки відбору ґрунтових зразків постійні, починаючи з першої сольової зйомки (1975 р.) Відбір проб ґрунту для визначення катіонно-аніонного складу водної витяжки проводили суцільною колонкою по таких інтервалах: 0-25, 25-50, 50-75, 75-100, 100-150, 150-200 см. Ґрунтово-сольові зйомки проводили згідно з вимогами чинних нормативних документів [3, 4].

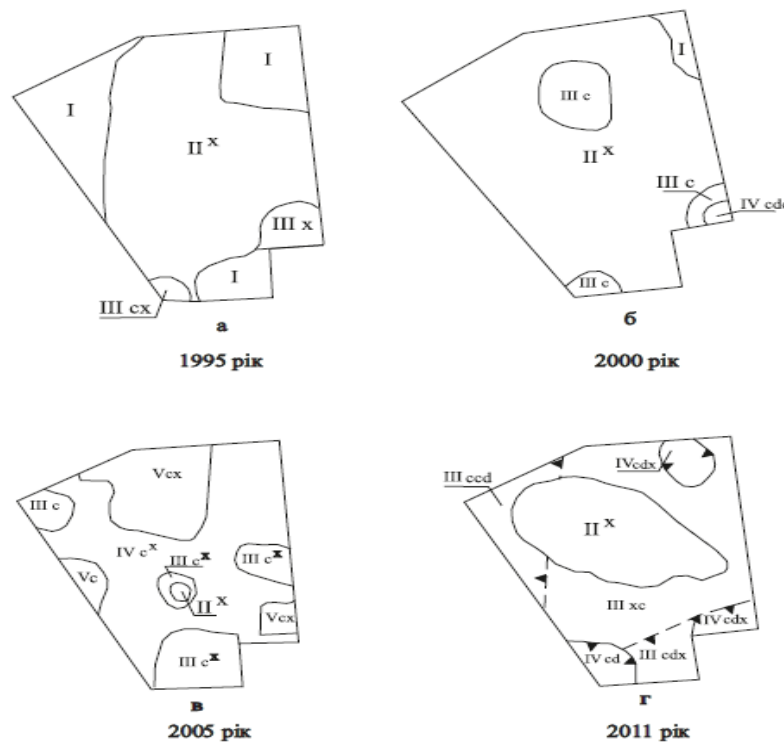
Результати досліджень. Ґрунтоутворювальні процеси протягом тривалого періоду використання ґрунтів у рисових системах проходили в напівгідроморфних і гідроморфних умовах. Мінералізація підґрунтових вод різного хімічного складу змінювалась у межах від 9,2-34,5 г/дм³ (2005 рік) до 1,9-4,1 г/дм³ (2011 рік).

Під впливом високомінералізованих підґрунтових вод відбулося вторинне засолення ґрунтів і ступінь їх засолення коливався від слабозасолених до сильнозасолених. За результатами сольових зйомок було побудовано картосхеми засолення (шар 0-100 см) поду „Кременчук” (рис. 2) та здійснено групування земель за ступенем засолення (табл. 1).

1. Групування земель поду „Кременчук” за ступенем засолення

Рік	Всього земель, га	Площа земель за ступенем засолення у шарі 0-100 см										Всього засолених земель	
		незасолені		перехідні		слабо-засолені		середньо-засолені		сильно-засолені			
		га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
1995	571	164	29	373	65	34	6	-	-	-	-	34	6
2000	571	508	89	-	-	58	10	5	1	-	-	63	11
2005	571	-	-	6	1	101	17	346	61	118	21	565	99
2011	571	-	-	133	23	364	64	74	13	-	-	438	77

За результатами зйомки 1995 року на досліджуваній території було виділено лише 6 % слабозасолених земель хлоридного та сульфатно-хлоридного хімічних типів засолення.



- I - незасолені;
 IIx - незасолені перехідного типу з підвищеним вмістом хлору;
 III - слабозасолені: хлоридного (х), сульфатного (с), хлоридно-сульфатного (хс), сульфатно-хлоридного (сх), сульфатно-содового (ccd), содово - хлоридного (cdx) типів;
 IV - середньозасолені: сульфатного (с), содового (cd). содово-сульфатного (cdc) типів;
 V- сильнозасолені: сульфатного (с) типу.
 ————— - контури засолення
 —▼—▼—▼— - контури засолення содових типів

Рис. 2. Картографи засоленості ґрунто-підґрунтя (шар 0-100 см) поду „Кременчук”

Землі поду на той період використовували у сівозміні рисової системи (571 га). У 2000 році кількість засолених земель збільшилась до 11 % від загальної площі рисової системи. В складі засолених земель з'явилися середньозасолені (5 га) содового типу та слабозасолені сульфатного та сульфатно-содового типів (2000 р.). Землі поду ще використовувались у сівозмінах, а 2001 року рисова система була списана і переведена в богарні угіддя. У 2005 році засолені землі поду становили вже 99 % від загальної площі. З них 61 % – середньозасолені та 21 % – сильнозасолені землі. Частка слабозасолених земель становила 17 %. Хімічний склад ґрунтових солей переважно сульфатного та сульфатно-хлоридного типів (2005 р). Землі поду з 2001 року використовували як природні пасовища, а частково почали використовувати в рослинництві

з 2009 року. В 2009-2011 роках землі, які входили до рисової сівозміни поду „Кременчук”, заливалися прісною (дніпровською) водою загальної мінералізації $0,45 \text{ г/дм}^3$. Як наслідок, ґрунти були промиті і площа засолених земель зменшилась на 22 %.

За результатами зйомки 2011 року було виявлено 77 % засолених земель, серед яких середньозасолених – лише 13 %. Решта земель мають слабкий рівень засолення або є незасоленими перехідного типу з підвищеним вмістом хлору. Хімічний склад ґрунтових солей переважно содового, сульфатно-содового, сульфатно-хлоридного та содово-хлоридного типів (2011 р.).

У складі легкорозчинних солей домінують гідрокарбонати і сульфати кальцію (нетоксичні) та токсичні – сульфати магнію і натрію, хлориди натрію і калію та гідрокарбонати магнію (рис. 3).

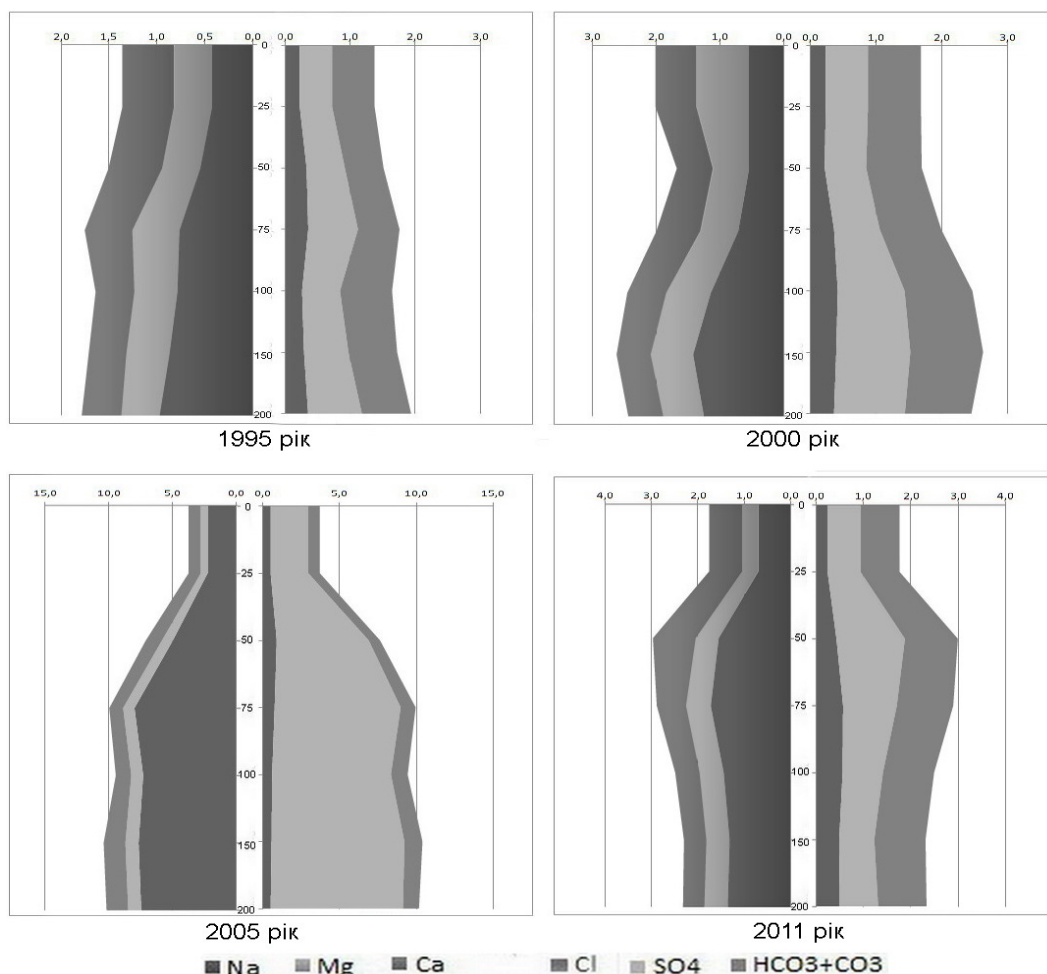


Рис. 3. Профільний розподіл водорозчинних солей у досліджуваних ґрунтах

Наявність легкорозчинних солей у ґрунтах залежить як від природних умов, так і від впливу антропогенних факторів. З глибиною ґрунтового профілю кількість легкорозчинних солей збільшується, особливо це помітно у 2005 році. Вторинне засолення ґрунтів різко проявилось за час між 2001 та 2005 рр., коли землі були переведені в пасовища. Надалі, після промивки і повернення земель в сівозміни, кількість легкорозчинних солей зменшилась (2011 р.).

Динаміка вмісту легкорозчинних солей у шарі 0-50 см (рис. 4) свідчить, що за час між зйомками запаси солей збільшувались від $8,6 \text{ т/га}$ у 1995 році до $33,1 \text{ т/га}$ в 2005 році, а в 2011 році їх запаси скоротились до $14,4 \text{ т/га}$ (табл. 2). Така тенденція повторюється і з токсичними солями, їх кількість складає від 57 до 78 % (рис. 5). Серед токсичних солей найбільш динамічними є сульфати натрію. Реакція ґрунтового розчину стабільна – середньолужна.

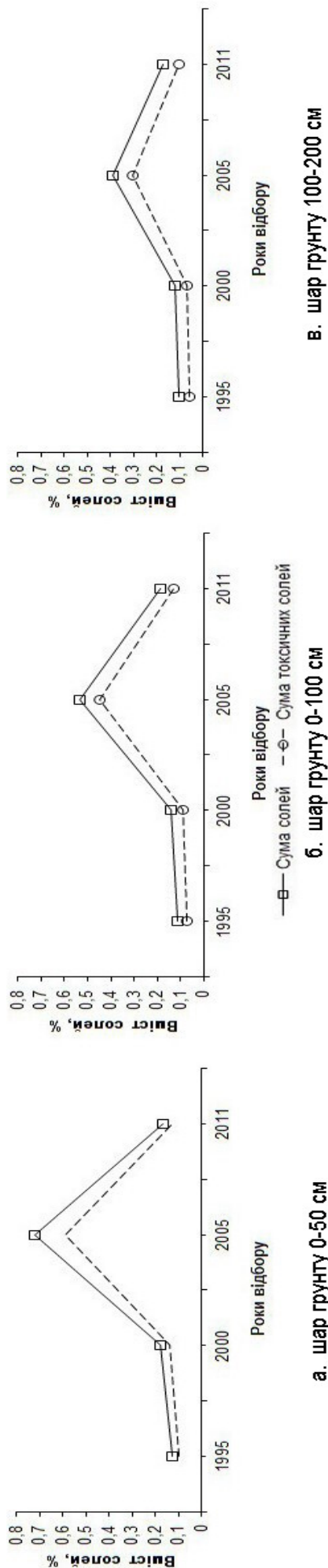


Рис.4. Багаторічна динаміка вмісту легкорозчинних солей у ґрунтах поду „Кременчук”

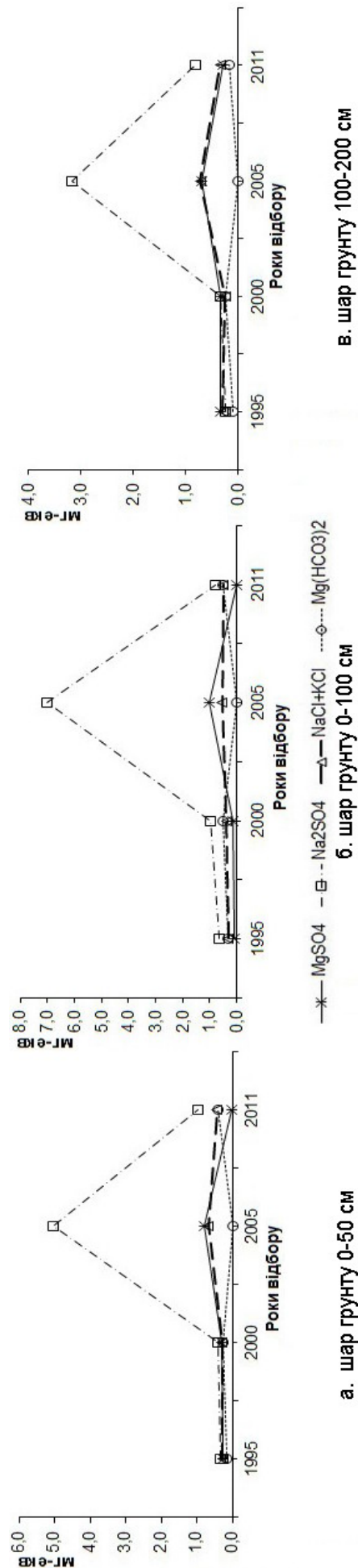


Рис.5. Багаторічна динаміка вмісту гіпотетичних токсичних солей у ґрунтах поду „Кременчук”

2. Запаси токсичних солей по розрахункових глибинах

Рік	0-50 см				0-100 см				100-200 см			
	рН	Вміст токсичних солей, %	Запаси солей, т/га		рН	Вміст токсичних солей, %	Запаси солей, т/га		рН	Вміст токсичних солей, %	Запаси солей, т/га	
			всіх	в т.ч. токсичних			всього	в т.ч. токсичних			всього	в т.ч. токсичних
1995	7,6	57	8,6	4,9	7,6	64	17,7	11,4	7,9	74	20,4	15,2
2000	7,4	59	10,2	6,1	7,5	63	22,0	13,9	7,6	75	28,3	21,3
2005	7,6	78	33,1	25,8	7,7	83	84,7	70,6	7,9	82	113,9	93,2
2011	7,8	61	14,4	8,8	8,0	70	30,0	20,9	8,2	76	25,9	19,8

У горизонті 0-100 см кількість водорозчинних солей збільшується і їх запаси становлять від 17,7 до 84,7 т/га. Частка токсичних солей становить від 63 до 83 %. Серед токсичних солей найбільш динамічними є сульфати натрію. Реакція ґрунтового розчину – середньолужна.

У материнській породі (100-200 см) запаси легкорозчинних солей ще більші і становлять від 20,4 до 113,9 т/га. Частка токсичних солей - від 74 до 82 % від їх загальної кількості, серед них домінують сульфати натрію.

Отже, за досліджуваний період запаси легкорозчинних солей у ґрунтах поду „Кременчук” постійно змінювались: залежно від умов ґрунтоутворення спостерігали періоди як накопичення, так і вимивання солей. Частка токсичних солей - більше 57 % від суми, але не перевищує 83 %. Серед токсичних солей найбільш динамічними є сульфати натрію.

За результатами проведених досліджень засолені землі подів Каланчацького району можна рекомендувати для використання в сільськогосподарському виробництві за умови їх промивання та за наявності дренажу на даних територіях [5, 6].

Висновки. Виявлено, що під час використання ґрунтів поду „Кременчук” у рисових системах (1965-2001 р.р.) у структурі ґрунтового покриву засолені землі не перевищували 11 % від загальної площі. Після припинення вирощування рису, коли землі поду використовувались як пасовища, площа засолених земель зросла до 99 %, що є результатом вторинного засолення. За три роки (2009-2011), коли під „Кременчук” був залитий прісною дніпровською водою, ґрунти поду розсолились і кількість засолених земель зменшилась на 22 %. У складі засолених земель зникли сильнозасолені, а частка середньозасолених склала лише 17 % від їх загальної кількості. Кількість водорозчинних солей збільшується з глибиною ґрунтового профілю. Серед нетоксичних солей збільшилась кількість гідрокарбонатів кальцію, тоді як сульфати кальцію практично зникли. У складі токсичних солей з'явилися гідрокарбонати магнію і карбонати натрію та збільшилась кількість хлоридів натрію. Засолення і розсолення ґрунтів відбувалося за рахунок токсичних сульфатних солей. Реакція середовища є середньолужною, при розсоленні ґрунтів лужність ґрунтового розчину збільшилась на 0,2-0,3 одиниці рН. Засолені землі подів Каланчацького району можна використовувати в сільськогосподарському виробництві за умови їх промивання та за наявності дренажу на даних територіях.

Список використаної літератури

1. *Сухі степи Причорномор'я та Приазов'я*: ландшафти, галогеохімія ґрунто-підґрунтя / А. І. Кривульченко. - К. : Гідромакс, 2005. - 345 с.
2. *Земельні ресурси Херсонської області* - базовий фактор регіональної економічної політики / В. А. Дем'юхін, В. Г. Пелих, М. І. Полупан, В. А. Величко, В. Б. Соловей, С. Д. Мельничук, О. М. Малюта; Нац. наук. центр "Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н.Соколовського", Нац. аграр. ун-т. - К. : Аграрна наука, 2007. - 151 с.
3. *Організація і ведення еколого-меліоративного моніторингу*. Частина 1. Зрошувані землі ВБН 33-5.5-01-97 Держводгосп України. К. 1997. - 97 с.

4. Інструкція з проведення ґрунтово-сольової зйомки на зрошуваних землях України ВНД 33-5.5-11-02. Державний Комітет України по водному господарству К. 2002.- 80 с.

5. Хімічна меліорація ґрунтів (концепція інноваційного розвитку) / [С.А. Балюк, О.М. Дрозд, В.Я.Ладних, М.А. Захарова, Л.І. Воротинцева, Ю.О. Афанасьєв, О.А. Недоцьок, О.А. Носоненко]; за ред. С.А. Балюка, Р.С. Трускавецького, Ю.Л. Цапка - Харків: «Міськдрук», 2012. -129 с.

6. Комплекс протидеградаційних заходів на зрошуваних землях України/ Рекомендації / [Колектив авторів, у т.ч. С.А. Балюк, О.А. Носоненко, М.А.Захарова, О.М.Дрозд, В.Я. Ладних, Л.І. Воротинцева та ін.]. - К.: Аграрна наука, 2012. – 104 с.

Стаття надійшла до редколегії 24.05.2015

SALINE PODS OF SOUTH KHERSON REGIONS AND THEIR USING IN AGRICULTURAL PRODUCTION (FOR EXAMPLE KALANCHAK PODS)

O.M. Drozd¹, Yu.O.Afanas'yev¹, M.P. Ryabtsev², V.I. Nikolyuk²

¹ NSC «Institute for soil science and agrochemistry research named after O.N. Sokolovsky»

(*oroshenie@ukr.net*)

² Kahovska hydrogeology and reclamation expedition

(*khggme@gmail.com*)

In this article there were presented the research results of the dynamics of water and salt soil indicators of pods of the Kherson region in a rice crop rotation, and after termination of the rice cultivation. It was found that during the using the pod soil in the structure of soil cover the saline lands did not exceed 11 % of the total area. After the cessation of rice cultivation, in the result of secondary salinization the number of saline lands was increased to 99 %. After three years pouring of pod with fresh Dnieper water the soils became without salinization and the amount of saline lands was decreased by 22 %. Soil salinization and desalinization were occurred due to toxic sulfate salts. Saline soils of Kalanchak area pods can be used in agricultural production provided their washing and presence of drainage in these areas.

Key words: pod; soil salinization; rice cultivation.

УДК 631.423:539.1

ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ ТЕХНОГЕННО ЗМІНЕНИХ ҐРУНТІВ ЖИТЛОВОГО СЕЛИЩА

В.В. Левенець, В.А. Діордиця, А.О. Щур, М.О. Авраменко, Є.І. Євсєєва, М.П. Усіков

Інститут фізики твердого тіла, матеріалознавства та технологій Національного наукового центру «Харківський фізико-технічний інститут» (ІФТТМТ ННЦ ХФТІ)

(*levenets@kpt.kharkov.ua*)

Наведено результати обстеження ґрунтів житлового селища, розташованого в зоні дії підприємства, за період 2001-2013 років. Встановлено, що для характеристики погіршення стану ґрунтів необхідно враховувати як накопичення забруднювачів, так і зменшення кількості життєво важливих елементів. Оцінено ступінь небезпеки забруднення ґрунтів даного населеного пункту комплексом металів. Показано переваги використання ядерно-фізичних методів аналізу (ЯФМА) на прискорених іонах – характеристичного рентгенівського випромінювання (ХРВ) та миттєвого гамма випромінювання з ядерних реакцій (МГВЯР) для визначення вмісту хімічних елементів с Z=3-82 у ґрунті.

Ключові слова: моніторинг ґрунтів; кількісний аналіз; хімічні елементи; ядерно-фізичні методи аналізу (ЯФМА) на прискорених іонах.

Вступ. Для визначення хімічного складу екологічних об'єктів (атмосферне повітря, ґрунт, поверхневі води, донні відкладення, тканини рослин і тварин) потрібні методи, які можуть забезпечити багатоелементний неруйнівний аналіз досліджуваних речовин з низькими межами виявлення та гарній відтворюваності результатів аналізу. У сучасному хімічному аналізі для досліджень елементного складу різних речовин інтенсивного розвитку набули методи атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ІЗП-АЕС) і мас-спектрометрія з індуктивно-зв'язаною плазмою

(ІЗП-МС). У наукових дослідженнях з фізичних методів для визначення вмісту хімічних елементів у складних матрицях, головним чином, застосовуються методи нейтронно-активаційного аналізу (НАА), рентгено-флуоресцентний аналіз (РФА) і ядерно-фізичні методи аналізу (ЯФМА) на пучках прискорених іонів. Усі ці методи характеризуються малою витратою проби, простотою пробопідготовки, яка не потребує руйнування зразка (для РФА й методів ЯФМА також можливі варіанти роботи *in vivo*), та дозволяє проводити швидкий (10-15 хвилин) багатоеlementний аналіз із високою чутливістю до концентрації. Універсальним способом визначення хімічного складу різних матриць є комплекс ЯФМА, одним із варіантів якого є одночасне використання методу характеристичного рентгенівського випромінювання (ХРВ), порушеного протонами, і методу миттєвого гамма-випромінювання з ядерних реакцій (МГВЯР) [1]. У моніторингу підприємств атомної енергетики використання таких інструментів дослідження стає особливо важливим у разі застосування результатів як вхідних параметрів у моделюванні впливу об'єктів ядерного циклу на навколишнє середовище. Як визначення впливу самого Національного наукового центру «Харківський фізико-технічний інститут» (ННЦ ХФТІ) на навколишнє середовище виступає кількісне визначення вмісту хімічних елементів у ґрунті житлового масиву, розташованого в безпосередній близькості.

За даними різних авторів, які для оцінки екологічного стану ґрунтів використовують, як критерії порівняння, гранично допустимі концентрації (ГДК) чи орієнтовно допустимі концентрації (ОДК) та фонові параметри або кларки вмісту хімічних елементів у літосфері, сучасний стан ґрунтів у районі більшості підприємств характеризується перевищенням вмісту токсичних елементів [2, 3, 4, 5]. Аналіз техногенного забруднення ґрунтів Харкова показав, що в цілому спостерігається підвищений вміст елементів техногенної асоціації Zn-Cu-Mn-Pb-Cd [4], що пояснюється інфраструктурою промислового виробництва цього міста, яка історично пов'язана з машинобудуванням, металургією і розвинутою мережею автомобільних доріг.

Картину техногенних аномалій можливо одержувати на підставі інформації про валовий вміст хімічних елементів у ґрунті.

Мета даної роботи – охарактеризувати ступінь зміни вмісту хімічних елементів з Z=3-82 у ґрунті, який зазнає впливу техногенних факторів, і виявити характер їх розподілу по ґрунтовому профілю.

Об'єкти та методи дослідження. Об'єктом наших досліджень є ґрунти житлового селища, розташованого в зоні дії підприємства ННЦ ХФТІ. Забруднення ґрунтів відбувається за рахунок атмосферних викидів із споруд на його території, які пов'язані з розробкою та випробуванням матеріалів для атомної енергетики. Джерелом забруднюючих речовин є дослідне виробництво (викиди свинцю, оксидів заліза та абразивного пилю), берилієве виробництво (викиди берилію і оксиду міді через трубу висотою H=21,4 м), комплекс «Прискорювач» (викиди оксидів заліза, міді і марганцю через трубу висотою H=12 м), споруда з випробування об'єктів атомної енергетики (викиди шестивалентного хрому через трубу висотою H=9,5 м). Безпосереднє забруднення ґрунтів відбувається у точках виходу труб з хімічними стоками підприємства. Додатковим джерелом забруднень повітря важкими металами є інтенсивний рух автотранспорту в районі території житлового селища. Розрахунки показують, що вміст шкідливих речовин розподіляється по поверхні ґрунту відповідно до рівномірного закону розподілу. Пробовідбір ґрунту здійснюється в осінній період за ясної погоди в 30-ти точках з урахуванням місць, які зазнали найбільшого забруднення (дослідне виробництво, гаражі, точки виходу труб зі стоками, окружна дорога біля селища) (рис. 1). Територія ННЦ ХФТІ і його дослідного виробництва виділена на карті темним кольором. Зразки відбирають із шару 0,05-0,1 м способом «конверту» у відповідності до нормативного документу ДСТУ 28168-89. «ґрунт.

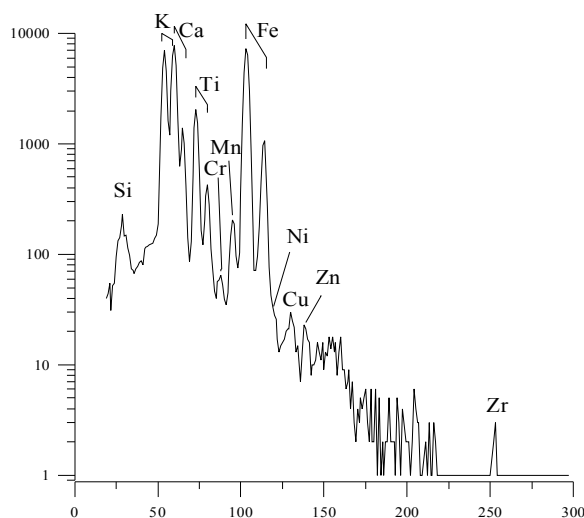


Рис.2. Спектр характеристичного рентгенівського випромінювання зразка ґрунту в т.18 (головний вхід до ННЦ ХФТІ) для елементів із $Z=13-40$

Для проведення кількісного аналізу використовується метод зовнішнього стандарту, тому паралельно з досліджуваними зразками ґрунту вимірюють спектри стандартних зразків (СЗ) порівняння чорнозему СП-1. Матриця стандартних зразків подібна матриці аналізованих проб, що дозволяє піти від необхідності внесення виправлень, пов'язаних із впливом на остаточний результат матричного ефекту. Підвищення точності аналізу досягається проведенням декількох вимірів спектрів рентгенівського випромінювання для кожного зразка в однакових умовах ($n=3$). Також для поліпшення вимірів методом ХРВ за різних умов проводиться роздільний вимір області легких ($Z=14-26$) і важких ($Z=27-82$) елементів. Межа виявлення у всіх випадках залежить від умов вимірів і порядкового номера елемента i , у найкращому разі, дорівнює 10^{-3} % масових.

Для наявного відображення інформації досліджувані точки доцільно згрупувати у 4 зони: зона без впливу техногенних факторів (тт. 1, 3, 4, 5, 7, 9, 29), зона впливу дослідного виробництва (ДВ) (тт. 11, 12, 14, 16, 19), зона впливу інституту (2, 6, 8, 10, 17, 18), зона впливу автотранспортних засобів (13, 15, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30). Результати кількісного аналізу елементного складу ґрунтів по всіх точках порівнювали з вимірами фонових значень вмісту важких металів у ґрунтах України, значеннями вмісту мікроелементів у ґрунтах СРСР та ГДК, які скопільовані в роботі [3]. Також було використано дані середнього вмісту хімічних елементів у ґрунтах [8].

Оцінку екологічного стану ґрунтів, як індикатора несприятливого впливу на здоров'я населення, проводили за двома показниками – коефіцієнту небезпеки хімічної речовини ($K_{H_{ci}}$) і сумарному показнику забруднення (СПЗ) (Z_c). $K_{H_{ci}}$ визначається відношенням фактичного вмісту обумовленої речовини в ґрунті (C_i) до ГДК або регіонального фонового вмісту ($C_{\phi i}$)

$$K_{H_{ci}} = \frac{C_i}{C_{\phi i}}.$$

Сумарний показник забруднення (СПЗ) дорівнює сумі коефіцієнтів небезпеки хімічних елементів – забруднюючих речовин і виражається такою формулою:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{H_{ci}} - (n - 1),$$

де n – число забруднюючих речовин, для яких обчислюється показник забруднення; $K_{H_{ci}}$ – коефіцієнт небезпеки i -го компонента забруднення.

Оцінку ступеня небезпеки забруднення ґрунтів комплексом металів за показником Zс виконано за оцінювальною шкалою згідно з методичними вказівками [9]. Діапазон коливань сумарного показника забруднення (СПЗ) може змінюватися від значень менше 16 (для припустимого рівня забруднення ґрунтів) до значень більше 128 (для надзвичайно небезпечного рівня забруднення, за якого спостерігається збільшення захворюваності дитячого населення, порушення репродуктивної функції жінок (збільшення випадків токсикозу під час вагітності, передчасних пологів, мертвонароджуваності та гіпотрофій немовлят).

Результати та їх обговорення. У результаті проведених вимірів отримано масив значень концентрацій хімічних елементів у ґрунті території житлового селища за період 2001-2013 рр., де кожне значення прив'язане до конкретного місця розташування на досліджуваній території. Результати вимірів першого року спостережень показали таке:

- для зони без впливу техногенних факторів кількість хімічних елементів перебуває на рівні середніх значень;
- для зони впливу дослідного виробництва (ДВ) в деяких точках кількість Cr, Ni, Cu, Zr перебільшує ГДК в 1,5 раза;
- для зони впливу інституту у точках виходу очисних споруд на рівні граничних значень перебуває вміст Cu, Pb, As;
- для зони впливу автотранспортних засобів характерним є перевищення ГДК для Ni, Cu, Pb.

Також характерною рисою ґрунтів житлового селища є значне перевищення вмісту цирконію (Zr).

Подальші виміри (2002-2012 рр.) показують загальну тенденцію збільшення вмісту важких металів у всіх зонах спостереження. Максимальні коефіцієнти небезпеки виявлено для Cr, Ni, Cu, Zn, Zr, Pb, для яких обчислено СПЗ (рис. 3). З графіку видно що, інтенсивного забруднення територія житлового селища зазнала у 2006 та 2010 роках. Зараз вплив ННЦ ХФТІ перебуває на рівні 2001 року, але, як і раніше, поширюється забруднення навколишнього середовища автотранспортними засобами. Для результатів останнього року спостережень (2013 р.) (табл. 1) у місцях прилеглих до окружної дороги з інтенсивним рухом (т.т. 15, 20) поменшилась кількість життєво необхідних макро- та мікроелементів (Na, Mg, K, Ca, Ti, Fe, Li, F, Br, Rb) і на цьому тлі збільшився вміст важких металів.

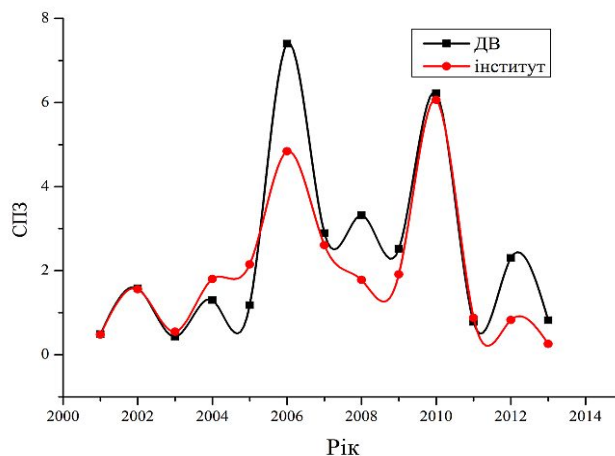


Рис. 3. Динаміка змін сумарного показника забруднення (СПЗ) ґрунту у зонах дії дослідного виробництва (ДВ) та інституту

Виміри вмісту елементів, віднесених до групи важких металів (ВМ), у ґрунтового профілі демонструють наявність їх перебільшення на глибині порівняно з

поверхневим шаром (табл. 2). Порівняння зі значеннями ГДК по всіх елементах виявляють їх перебільшення в 1,5-5 разів.

1. Результати виміру вмісту хімічних елементів у ґрунті в різних зонах впливу техногенних факторів за 2013 рік

Хімічний елемент	Вміст хімічних елементів, мг/кг							
	Зона впливу дослідного виробництва		Зона впливу інституту		Зона впливу автотранспортних засобів		Зона без впливу техногенних факторів	Середній вміст [8]
	м. 16	м. 19	м. 2	м. 17	м. 15	м. 20	м. 4	
Na	5200	5300	5600	5800	5000	2100	5800	6000
Mg	6500	5100	7900	6200	5100	2500	4400	6000
K	16196	17477	15322	16769	8266	9398	16578	15000
Ca	21949	8281	8767	25244	13254	9452	8305	15000
Ti	4988	4789	4729	4421	2398	3354	4293	4600
Mn	702	659	583	977	595	495	457	850
Fe	36143	31824	35398	36595	22896	19166	33534	38000
Li	24	22	19	22	10	12	19	30
F	164	157	160	190	60	95	142	200
V	105	99	78	98	49	60	59	100
Cr	130	103	51	152	76	77	31	200
Co	10	11	7	11	4	4	6	8
Ni	63	41	23	78	18	21	17	40
Cu	32	26	12	34	9	10	10	20
Zn	55	214	65	78	107	53	123	50
Br	55	66	48	59	5	3	31	5
Rb	83	80	93	79	34	38	89	100
Sr	126	205	142	140	111	102	115	300
Y	22	20	17	32	18	6	36	50
Zr	421	396	358	226	327	239	305	300
Ba	460	916	523	581	256	372	429	500
Pb	18	25	20	16	10	8	10	10

2. Розподіл забруднюючих елементів по глибині ґрунту

Хімічний елемент	Вміст хімічних елементів у шарах ґрунту (від 0 до 0,5 м), мг/кг									ГДК
	м. 13			м. 18			м. 37			
	0-0,1	0,2-0,3	0,4-0,5	0-0,1	0,2-0,3	0,4-0,5	0-0,1	0,2-0,3	0,4-0,5	
Cr	128	84	149	124	89	108	67	85	86	100
Co	35	32	24	12	15	12	10	17	17	5
Ni	93	138	79	37	49	44	26	50	57	35
Cu	78	108	58	18	32	28	12	43	55	23
Zn	248	167	125	81	119	83	53	106	107	110
Zr	1063	1360	296	281	453	552	342	353	407	-
Pb	29	22	31	10	14	25	21	50	55	20

Висновки. Сучасний стан ядерно-фізичних методів аналізу (ЯФМА) з іонним порушенням дозволяє широко використовувати їх для аналізу елементного складу речовин різного походження, в тому числі, ґрунту. За результатами моніторингу екологічного стану ґрунту житлового селища поблизу ННЦ ХФТІ за період 2001-2013 років виявлено, що у ґрунті дослідженого населеного пункту з початку 21 століття спостерігається постійне зростання вмісту валових форм більшості хімічних елементів, що відносяться до групи важких металів (Cu, Zn, Cr, Co, Ni, Pb, Zr), але останніми роками їх збільшення викликано посиленням інтенсивності руху автотранспортних засобів біля житлового селища.

У точках спостереження вздовж доріг з інтенсивним рухом також виявлено мінімальні кількості життєво необхідних елементів (Mg, Ca, K, Na, Ti, Fe). На глибині відбувається накопичення й акумуляція вмісту важких металів незалежно від їхньої кількості в приповерхневому шарі ґрунту й розташування точки дослідження відносно джерел забруднення.

Список використаної літератури

1. Левенец В.В. Применение ядерно-физических методов для элементного анализа вещества / В.В. Левенец, В.М. Ажажа // ISPM-7. Физические и ядерно-физические методы анализа. - 1999. - С. 138-141.
2. Гунько С.О. Кадміє у ґрунтах міста Дніпродзержинськ / С.О. Гунько // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Медицина. - 2011. - Вип. 2. - Т. 1. - С. 24-30.
3. Кураєва І.В. Оцінка вмісту важких металів та умов їх міграції в агроландшафтах Тернопільської області / І.В. Кураєва, І.В. Рога, Л.Ю. Сорокіна, А.Г. Голубцов // Український географічний журнал. - 2012. - № 3. - С. 25-33.
4. Тютюнник Ю.Г. Техногенне забруднення міських ґрунтів України (феноменологічний аналіз) // Ю.Г. Тютюнник, Б.А. Горлицький // Доповіді НАН України. - 2000. - № 6. - С. 208-211.
5. Самохвалова В. Еколого-геохімічні дослідження вмісту різних форм Co, Ni, Cr у ґрунтах різного генезису в Україні / В. Самохвалова, А. Фатєєв, Є. Лучникова, О. Ликова // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. - 2012. - Вип. 60. - С. 171-181.
6. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных и продукции растениеводства. - [Дата введения 10.03.1992] - М.: ЦИНАО, 1992. - 50 С.
7. Бондаренко В.Н. Аналитический ядерно-физический комплекс ННЦ ХФТИ «Сокол» / В.Н. Бондаренко, Л.С. Глазунов, А.В. Гончаров, А.В. Зац, В.В. Кузьменко, В.В. Левенец, А.П. Омельник, В.М. Пистряк, В.И. Сухоставец, А.А. Щур, Н.П. Усиков // Международная конференция «Современные проблемы ядерной физики и атомной энергетики». - Киев. 29.05-03.06.2006. Тезисы. - С. 852-857.
8. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почве / А.П. Виноградов - Москва: Изд-во АН СССР, 1957 - 238 С.
9. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест: МУ 2.1.7.730-99 [Электронный ресурс] - [Дата введения 05.04.1999] - М: Минздрав России, 1999. - http://snipov.net/c_4655_snip_99446.html.

Стаття надійшла до редколегії 01.02.2015

CHARACTERISTIC OF THE STATE OF TECHNOGENIC CHANGED SOILS OF RESIDENTIAL TOWNSHIP

V.V. Levenets, V.A. Diorditsa, A.A. Shchur, N.A. Avramenko,
E.I. Evseeva, M.P. Usikov

Institute of Solid State Physics, Materials Science and Technology of the National Science Center "Kharkiv Institute of Physics and Technology" (ISSPMST NSC KIPT)
1, Academicheskaya Str., 61108, Kharkiv, Ukraine, Tel.: +0380573356829,
(levenets@kipt.kharkov.ua)

The results of a comprehensive observation of the soils of a residential township during 2001-2013 are presented. Soil samples taken from the area adjacent to the enterprise which is engaged in the investigation and development of materials for nuclear power engineering (color of territory NSC KIPT is black) (Fig.1). The aim of the work is to determine the extent of changes in the content of chemical elements in the soils which is exposed to anthropogenic factors and to receive their distribution in the depth. Analysis of the samples was carried out using nuclear-physical methods of analysis (NPMA) of beams of accelerated ions (a technique proton induced X-ray emission (PIXE) ($Z=14-82$) and proton induced gamma-ray emission (PIGE) ($Z=3-13$)) at the nuclear complex «Sokol» developed in NSC KIPT in 1989. Fig.2 shows a typical X-ray spectrum emitted from the soil sample №18 taken with PIXE for $Z=13-40$. The assessment of the ecological status of soils was carried out using coefficient of danger of chemical substances and total contamination index. For the study area maximum coefficients was obtained for Cr, Ni, Cu, Zn, Zr, Pb. For them, we calculated the total contamination index (Fig.3). The results of the last year of observation for the different zones of influence of anthropogenic factors are given in Table.1. In soil profile it was observed accumulation of heavy metals regardless of their number in the near-surface layers (Table 2). Beginning with the 21st century in the studied soils we observed increase in content of heavy metals (Cu, Zn, Cr, Co, Ni, Pb, Zr). In recent years, this is caused by the increased movement of vehicles. At points along the road received the minimum number of essential elements (Na, Mg, K, Ca, Ti, Fe, Li, F, Br, Rb). For a comprehensive description of the ecological status of contaminated soils requires the identification of all chemical elements of the soil. Using nuclear-physical methods of analysis of beams of accelerated ions (PIXE and PIGE) allows solving these problems.

Key words: soil monitoring; quantitative analysis; chemical elements; nuclear-physical methods of analysis (NPMA) of beams of accelerated ions.

УДК 631.4:631.427.22

ВИКОРИСТАННЯ КАЛЬЦІЄВО-ЗАЛІЗОВІСНИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ ОКУЛЬТУРЮВАННЯ ЗРОШУВАНИХ МІНЕРАЛІЗОВАНИМИ ВОДАМИ І ТЕХНОГЕННО ЗАБРУДНЕНИХ ҐРУНТІВ

Л.І. Воротинцева

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

(oroshenie@ukr.net)

Метою роботи було визначення ефективності використання кальцієво-залізовмісного шламу для окультурювання чорнозему звичайного, зрошуваного мінералізованою водою і техногенно забрудненого свинцем і кадмієм, оцінка змін агрофізичних, фізико-хімічних властивостей та продуктивної функції меліорованого ґрунту. Дослідження проводили впродовж 2009-2014 рр. у польовому дрібноділянковому досліді у дослідному господарстві ДП «ДГ «Донецьке» ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» (с. Суха Балка, Ясинуватський район Донецької обл.) на чорноземі звичайному середньогумусному легкоглинистому на лесоподібному суглинку. Встановлено позитивну дію меліоранту на якісний склад солей водної витяжки, склад увібраних катіонів, зниження ступеню солонцюватості ґрунту. Внесення у ґрунт кальцієво-залізовмісного шламу (КЗШ) сприяло поліпшенню мікроструктури ґрунту, забезпечувало підвищення вмісту агрономічно корисної фракції агрегатів розміром 10-0,25 мм до 6,6 % і зростання кількості водостійких агрегатів розміром більше 0,25 мм на 7,5 %. Виявлено дію шламу як детоксиканта важких металів (ВМ), що полягає у зниженні категорії забруднення ґрунту до допустимої та зменшенні вмісту рухомих форм свинцю і кадмію у ґрунті і зерні гречки.

Ключові слова: зрошення; зрошувальна вода; кальцієво-залізовмісний шлам (КЗШ); меліорація; осолонцювання; увібрані катіони.

Вступ. Через значний дефіцит якісної поливної води для зрошення використовують мінералізовані води, які характеризуються високим вмістом водорозчинних солей та токсичних ВМ, що своєю чергою призводить до зниження екологічної стійкості ґрунту, погіршення еколого-агромеліоративного стану, розвитку деградаційних процесів і зниження продуктивності земель [1]. Тому, як у теоретичному, так і в практичному аспектах, актуальним і нагальним є питання щодо окультурювання й підвищення родючості осолонцюваних і забруднених зрошуваних ґрунтів. На сьогодні хімічна меліорація повинна базуватися на нових концептуальних положеннях, інноваційних нормативно-методичних, організаційно-правових засадах і принципах, основою яких є ресурсощадні технології та прийоми, комплексний агроландшафтний підхід для досягнення високого еколого-економічного і соціального ефектів, адаптація до сучасних умов землекористування [2].

Ще в 60-70-ті роки минулого сторіччя на Донбасі були проведені дослідження ефективності прийомів хімічної меліорації іригаційно осолонцюваних ґрунтів, зрошуваних мінералізованими лужними водами. Як меліоранти випробовували переважно природний сиромелений гіпс і фосфогіпс [3]. І хоча рекомендувалися дуже високі норми цих меліорантів, розраховані як на фактичний ступінь солонцюватості ґрунту, так і на якість води, вони повністю не усували хімічну й агрофізичну деградацію ґрунтів. Тому необхідним є пошук нових методологічних і технологічних рішень, які б одночасно вирішували дві проблеми – зниження солонцюватості й усунення забруднення ґрунтів, яка є актуальною для даного регіону.

Альтернативою відомим прийомам є використання місцевих сировинних ресурсів – кальцієвих і залізо-кальцієвих сірчаноокислих промислових відходів як меліорантів (за умови відповідності їх санітарно-екологічним вимогам). На підприємствах Донецької області таких відходів накопичено близько 640 млн тонн.

Мета досліджень – визначення ефективності використання кальцієво-залізовмісного шламу для окультурювання чорнозему звичайного, зрошуваного мінералізованою водою і техногенно забрудненого свинцем і кадмієм, оцінка змін

агрофізичних, фізико-хімічних властивостей та продуктивних функцій меліорованого ґрунту.

Об'єкти і методи досліджень. Особливості впливу кальцієво-залізовмісного меліоранту на властивості чорнозему звичайного, продуктивність сільськогосподарських культур та якість продукції досліджували упродовж 2009-2014 рр. у дрібноділянковому польовому досліді, закладеному на території дослідного господарства ДП «ДГ «Донецьке» ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» (с. Суха Балка, Ясинуватський район Донецької обл.). Ґрунт – чорнозем звичайний середньогумусний легкоглинистий на лесоподібному суглинку, який за п'ять років зрошення набув ознак слабого ступеню солонцюватості. Площа ділянки – 2,25 м², повторність – чотирикратна.

Як меліорант випробовували сірчаноокислий КЗШ – відхід сталє-дротяного виробництва ВАТ «Силур» (м. Харцизьк, Донецька обл.), який утворюється після нейтралізації вапном сірчаноокислих розчинів у цехах травлення чорного металу. За хімічним складом він відповідав встановленим вимогам [7]. Вміст меліоруючих ґрунт сульфатних і карбонатних сполук заліза й кальцію становив 60-70 % відносно маси сухого шламу (табл. 1). У складі водорозчинних солей переважали сульфати кальцію і заліза, концентрація токсичних солей (хлоридів і сульфатів натрію, калію і магнію) становила 1,5 % від маси шламу, що не перевищує допустимих норм. рН водний коливався в межах 7,8-8,3. Із біофільних елементів меліорант містить калій (1,5 %), фосфор (0,2 %), цинк (0,2 %), марганець (0,1 %) і мідь (0,028 %), що підвищує його удобрювальну дію.

1. Вміст сполук заліза і кальцію у КЗШ

Вміст хімічних складових, %					
CaSO ₄	CaCO ₃	Ca(OH) ₂	FeSO ₄	Fe ₂ (SO ₄) ₃	Fe(OH) ₃
14,4	17,4	7,1	5,0	21,3	1,8

Ефективність КЗШ досліджували на фоні зрошення мінералізованою водою та забруднення чорнозему звичайного свинцем і кадмієм. Варіанти дослідів такі:

№ 1. Контроль (без зрошення);

№ 3. Зрошення мінералізованою водою;

№ 4. Вар. № 3 + забруднення ґрунту свинцем (Pb - 50 фонів або 25 мг/кг) і кадмієм (Cd - 25 фонів або 2,5 мг/кг);

№ 6. Вар. №4 + КЗШ.

Свинець і кадмій вносили у ґрунт у формі солей – оцтовокислого свинцю і сульфату кадмію, дози яких становили 28,69 г/ділянку та 4,17 г/ділянку відповідно. Дозу меліоранту (5,9 т/га) розраховували залежно від зрошувальної норми для вирощуваної культури та солонцюючої дії води на ґрунт [4]. Для підвищення розчинності та посилення меліоративної дії шлам вносили у ґрунт у формі стабільної водної суспензії.

Для поливів використовували мінералізовану воду зі ставка в с. Суха Балка, вміст солей в якій за роками досліджень коливався в межах 1,7-2,2 г/л. Тип засолення – сульфатний або хлоридно-сульфатний натрієвий або кальцієво-натрієвий, рН – 7,7-7,9 (табл. 2). Воду оцінено як обмежено придатну для зрошення за агрономічними (небезпека засолення й осолонцювання ґрунту) [5] та екологічними (вміст ВМ) критеріями [6].

Упродовж проведення дослідів вирощували такі культури: озима пшениця, кукурудза, картопля, кормові буряки і гречка. У 2013 р. тест-культурою була гречка.

2. Хімічний склад зрошувальної води, 2013 р.

Сума солей, г/дм ³	pH	Вміст іонів, мекв/дм ³						Іригаційна оцінка за небезпекою [5]		
		HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺	засолення	осолонцювання	підплення
1,8	7,9	3,8	8,0	15,6	9,0	7,0	11,4	2 клас	2 клас	1 клас
Вміст важких металів, мг/дм ³										Іригаційна оцінка за екологічними критеріями [6]
Zn	Mn	Fe	Cu	Ni	Co	Pb	Cd	Cr	Сума	
0,017	0,006	0,022	0,007	0,004	0,003	0,007	0,009	0,001	0,068	2 клас за вмістом Cd

Проби ґрунту відбирали до початку поливів і після закінчення вегетаційно-поливного сезону. У них визначали сольовий склад за методом водної витяжки (ГОСТ 26424-85 – ГОСТ 26428-85), вміст увібраних катіонів – за методом Тюриня, рухомих форм ВМ, що вилучаються ацетатно-амонійним буферним розчином з pH-4,8 – за ДСТУ 4770.1:2007-4770.9:2007, карбонатів кальцію – за методом В.Є. Соколовича в модифікації ННЦ ІГА імені О.Н. Соколовського (МБВ 31-497058-021), гранулометричний і мікроагрегатний склад – методом піпетки в модифікації Н.А. Качинського (ДСТУ 4730:2007, ДСТУ 4728:2007), структурно-агрегатний склад – за методом Саввінова – фракціонування ґрунту на ситах у повітряно-сухому стані та у воді (ДСТУ 4744:2007). У пробах води визначали сольовий склад і вміст ВМ, у рослинній продукції – якісний склад і вміст ВМ.

Результати досліджень. За даними сольового складу водної витяжки незрошуваний ґрунт (варіант №1) характеризували як незасолений з умістом водорозчинних солей у 0-25 см шарі ґрунту на рівні 0,12 %, в т.ч. токсичних солей – 0,03 % (табл. 3). Тип солей – переважно гідрокарбонатний кальцієвий і магнієво-кальцієвий, реакція водної витяжки – слаболужна (pH 7,6-8,0). Незрошуваний ґрунт (контрольний варіант) характеризувався незначним вмістом карбонатів кальцію у верхньому 0-25 см шарі (1,2 %) і підвищенням їх концентрації у нижніх горизонтах до 20,0 %.

3. Вплив зрошення та кальцієво-залізовмісного меліоранту на сольовий склад ґрунту, 2013 р.

Варіант	Шар ґрунту, см	Вміст CaCO ₃ , %	Характеристика водної витяжки								
			Загальні солі, %	Токсичні солі, %	pH	Вміст солей, мекв/100 г					
						HCO ₃	Cl	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
№1	0-25	1,2	0,12	0,03	7,6	1,25	0,15	0,14	1,09	0,33	0,08
	25-50	5,8	0,12	0,03	8,0	1,27	0,13	0,15	1,06	0,38	0,10
№ 3	0-25	1,3	0,15	0,08	7,8	1,20	0,40	0,27	0,70	0,62	0,52
	25-50	7,8	0,12	0,05	8,0	1,15	0,25	0,24	0,90	0,45	0,28
№ 4	0-25	1,3	0,12	0,06	7,7	1,18	0,28	0,27	0,75	0,42	0,49
	25-50	7,4	0,13	0,06	7,8	1,30	0,14	0,25	0,83	0,40	0,45
№ 6	0-25	1,7	0,15	0,06	7,6	1,22	0,23	0,47	0,85	0,58	0,40
	25-50	8,3	0,14	0,07	7,8	1,50	0,13	0,24	0,55	0,55	0,76
HIP ₀₅	0-25	0,19	0,02	0,02	-	0,21	0,12	0,21	0,15	0,13	0,12
HIP ₀₅	25-50	0,19	0,02	0,02	-	0,14	0,02	0,22	0,20	0,23	0,19

Унаслідок зрошення мінералізованою водою упродовж п'яти років (варіант №3) у верхньому шарі ґрунту відбулося достовірне збільшення вмісту загальних (до 0,15 %) і токсичних (до 0,08 %) солей, переважно за рахунок хлоридів і сульфатів

натрію й магнію. pH водний незначно зріс у бік підвищення лужності. Тип солей змінився на хлоридно-гідрокарбонатний магнієво-кальцієвий, але ґрунт при цьому класифіковано як незасолений. Відношення водорозчинних Ca:Na в орному шарі зрошуваного ґрунту зменшилося до 1,3, що свідчить про витіснення катіонів кальцію катіонами натрію, і як наслідок, про небезпеку розвитку іригаційного осолонцювання ґрунту.

Застосування кальцієво-залізовмісного меліоранту (варіант №6) сприяло поліпшенню якісного складу солей водної витяжки завдяки зниженню концентрації токсичних солей до 0,06 %, зростанню відношення водорозчинних Ca:Na до 1,9. Відбувся перерозподіл вмісту водорозчинних солей: збільшення концентрації кальцію з 0,70 до 0,85 мекв/100 г та зниження вмісту натрію з 0,52 до 0,40 мекв/100 г. Підвищення концентрації карбонатів кальцію (до 1,7 %) обумовило посилення буферності ґрунту даного варіанту щодо осолонцювання за зрошення мінералізованою водою.

Зміни іонно-сольового складу ґрунтового розчину призвели до перебудови складу ґрунтового поглинального комплексу (табл. 4). Так, незрошуваний ґрунт у шарі 0-25 см характеризувався як несолонцюватий з умістом суми натрію і калію від загальної суми катіонів на рівні 2,2 %, при цьому слід відмітити дещо підвищений вміст увібраного калію. Упродовж п'ятирічного зрошення мінералізованою водою (вар. № 3) відбулася трансформація складу увібраних катіонів у бік підвищення концентрації увібраного натрію і зниження концентрації увібраного кальцію, внаслідок чого ступінь вторинної солонцюватості досяг слабкого рівня (3,1%). Внесення у ґрунт кальцієво-залізовмісного меліоранту сприяло поліпшенню якісного складу ґрунтового поглинального комплексу завдяки витісненню катіонів натрію і магнію та підвищенню насиченості ґрунту кальцієм. Ступінь солонцюватості чорнозему звичайного при цьому знизився до рівня несолонцюватого ґрунту (2,8 % Na+K від суми увібраних катіонів).

4. Зміна складу увібраних катіонів під впливом зрошення мінералізованою водою і внесення у ґрунт КЗШ, 2013 р.

Варіант	Шар ґрунту, см	Вміст увібраних катіонів, мекв/100 г				Na+K, % від суми увібраних катіонів
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	
№ 1	0-25	44,0	13,5	0,13	1,19	2,2
	25-50	51,3	7,5	0,23	0,32	0,9
№ 3	0-25	39,0	13,0	0,50	1,19	3,1
	25-50	42,1	15,0	0,43	0,45	1,5
№ 4	0-25	38,2	12,3	0,53	1,10	3,1
	25-50	43,7	14,0	0,46	0,50	1,6
№ 6	0-25	41,5	8,5	0,40	1,05	2,8
	25-50	45,0	11,5	0,58	0,40	1,7
HIP ₀₅	0-25	3,2	4,6	0,10	0,46	-
HIP ₀₅	25-50	4,1	2,7	0,11	0,14	-

Важливим аспектом досліджень було вивчення можливості використання КЗШ одночасно і як детоксиканту забрудненого ґрунту. Ґрунт контрольного варіанту (шар 0-25 см) за вмістом рухомих форм (ацетатно-амонійна витяжка) дев'яти металів характеризувався допустимою категорією забруднення (сумарний показник забруднення становив Zc=2,8), лише вміст кадмію, нікелю і хрому був на рівні фонових значень або незначно їх перевищував. Внаслідок штучного забруднення ґрунту свинцем і кадмієм категорія забруднення зросла до помірно небезпечної, а концентрація цих металів, навіть на п'ятий рік проведення дослідів, перевищувала фонові значення у 9-10 разів.

Внесення у забруднений ґрунт КЗШ сприяло адсорбції та зв'язуванню рухомих форм металів і, як наслідок, зниженню транслокації токсикантів у зерно та соломі

гreckи, що, на нашу думку, пов'язано з хімічними властивостями даної речовини та здатністю заліза утворювати комплексні сполуки з ВМ. На досліджуваному варіанті концентрація рухомих форм свинцю і кадмію у ґрунті зменшилася у 1,5-1,7 раза (рис. 1), а категорія забруднення знизилася до допустимої. В результаті знизилася транслокації ВМ у рослини та поліпшилася якість продукції: вміст свинцю у зерні гречки зменшився на 21 %, у соломі – на 35 %, а кадмію відповідно на 17 і 28 %.

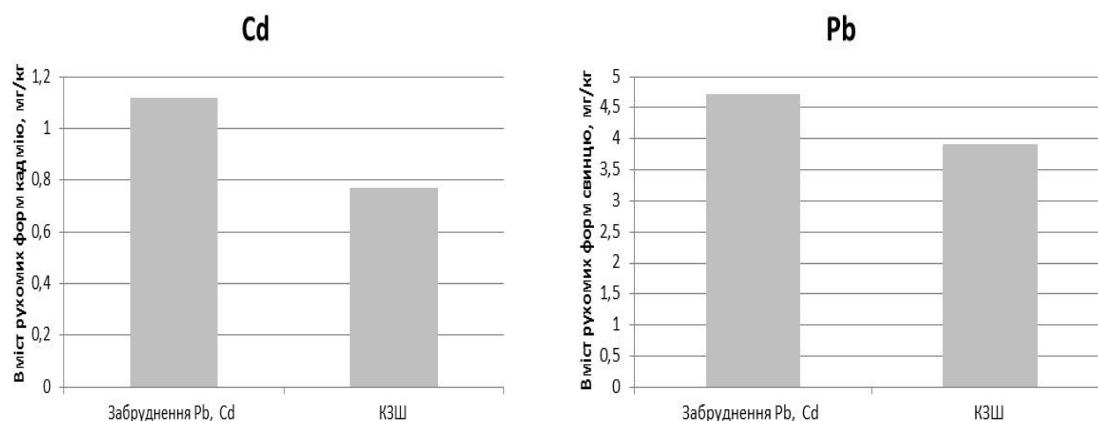


Рис. 1. Вплив КЗШ на вміст рухомих форм свинцю і кадмію у ґрунті

Одним із важливих аспектів є вивчення впливу прийомів окультурювання ґрунту на його агрофізичні показники. Дослідженнями встановлено зміни мікроагрегатного і структурно-агрегатного складу чорнозему звичайного під впливом зрошення мінералізованою водою та внесення кальцієво-залізовмісного меліоранту. Найбільш стабільною, консервативною ознакою ґрунту є гранулометричний склад, який характеризується тривалою стійкістю до дії антропогенних чинників [8]. Так, за п'ятирічний період впливу досліджуваних факторів не встановлено істотних змін гранулометричного показника структурності (за О.Ф. Вадюніною), який характеризує потенційну здатність ґрунту до оструктурення. Даний показник в середньому за варіантами становив 43,0 %.

Визначення фактора дисперсності за Н.А. Качинським, який характеризує стійкість мікроструктури ґрунту та ступінь руйнування мікроагрегатів у воді, показало підвищення даного показника на 0,8 одиниць на варіанті зі зрошенням мінералізованою водою (табл. 5), що свідчить про зниження здатності ґрунту до агрегування і погіршення його мікроагрегатного складу. Внесення у ґрунт кальцієво-залізовмісного меліоранту сприяло підвищенню стійкості мікроструктури (фактор дисперсності достовірно знизився на 0,7 одиниць).

5. Вплив зрошення і кальцієво-залізовмісного меліоранту на структурно-агрегатний склад чорнозему звичайного

Варіант	Фактор дисперсності за Качинським	Повітряно сухі агрегати (10-0,25 мм), %	Водостійкі агрегати (> 0,25 мм), %
№ 1	7,0	88,7	69,2
№ 3	7,8	82,3	60,4
№ 6	7,1	88,9	67,9
НІР 05	0,7	4,5	4,8

Аналіз структурно-агрегатного стану чорнозему звичайного за зрошення мінералізованою водою свідчить про зниження вмісту агрономічно цінних агрегатів розміром 10-0,25 мм на 6,4 %, а застосування КЗШ сприяло підвищенню вмісту даної фракції агрегатів на 6,6 %. Позитивний вплив меліоранту на оструктуреність ґрунту підтверджується також підвищенням коефіцієнта структурності до 8,3, тоді як на

варіанти зі зрошенням та незрошуваному контролі він становив відповідно 5,1 та 7,9. На варіанті з окультурюванням ґрунту зросла кількість водостійких агрегатів на 7,5 %, що підтверджується аналогічними дослідженнями [9].

Завдяки поліпшенню агрофізичних, фізико-хімічних властивостей а також збільшенню вмісту мікроелементів живлення у ґрунті за застосування кальцієво-залізовмісного меліоранту, урожаї вирощуваних культур зросли на 7-33 % (рис. 2).

Висновки. Встановлено ефективність застосування КЗШ для окультурювання осолонцюваного й техногенного забрудненого чорнозему звичайного за зрошення мінералізованою водою. Підвищення насиченості ґрунту кальцієм, зростання таким чином протиосолонцювальної здатності ґрунту сприяло зниженню ступеню солонцюватості чорнозему звичайного до несолонцюватого (2,8 % Na+K від суми увібраних катіонів).

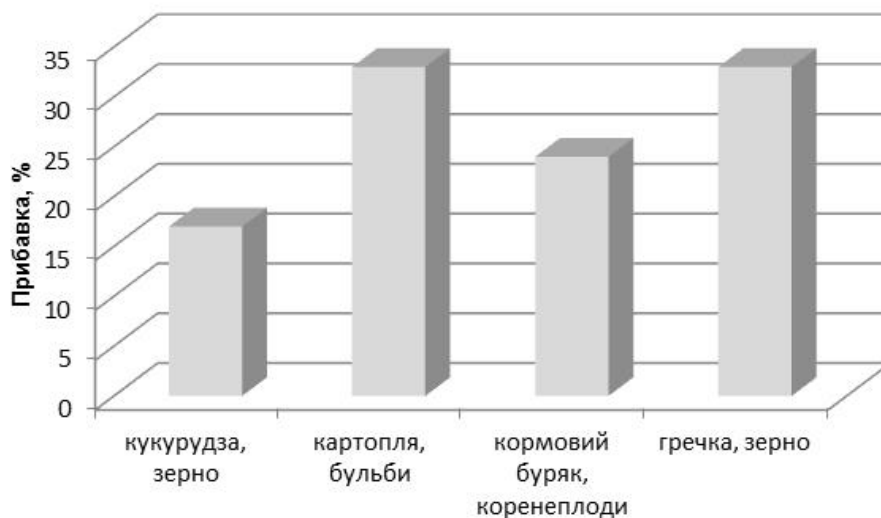


Рис. 2. Прибавки врожаю сільськогосподарських культур від застосування КЗШ

Завдяки утворенню комплексних важкорозчинних сполук із залізом, відбулося зниження категорії забруднення ґрунту до припустимої, зменшення вмісту рухомих форм свинцю і кадмію у ґрунті (у 1,5-1,7 раза) та вирощуваній продукції (на 17-35 %). Прибавки врожаїв сільськогосподарських культур на меліорованому ґрунті становили 7-33 %. КЗШ сприяв підвищенню стійкості мікроструктури, збільшенню вмісту агрономічно цінної фракції агрегатів на 6,6 % і водостійких агрегатів на 7,5 %.

Список використаної літератури

1. *Заходи з поліпшення еколого-агромеліоративного стану зрошуваних і вилучених зі зрошення земель Донецького регіону/ Рекомендації/* За ред. С.А. Балюка. – К.: Аграрна наука, 2005. – 56 с.
2. *Хімічна меліорація ґрунтів (концепція інноваційного розвитку)/* За ред. С.А. Балюка, Р.С. Трускавецького, Ю.Л. Цапка. – Харків, 2012. – 129 с.
3. *Воротник Т.К.* Методические рекомендации по составлению проектно-сметной документации на химическую мелиорацию почв, орошаемых минерализованными водами/ Т.К. Воротник, А.Н. Болдырев, Н.В. Красутская. – К., 1982. – С. 9 – 21.
4. *НТД 0497-055-05-93* Інструкція з хімічної меліорації зрошуваних ґрунтів. – Харків, 1993. – 27 с.
5. *Якість природної води для зрошення.* Агрономічні критерії: ДСТУ 2730-94 – К.: Держстандарт України, 1995. – 14 с.
6. *Якість води для зрошування.* Екологічні критерії: ДСТУ 7286:2012.– К.: Мінекономрозвитку України, 2013. – 14 с.
7. *Рекомендації з використання кальцієво-залізовмісних шлаків як хімічних меліорантів солонцевих ґрунтів.* – Харків, 2005. – 34 с.
8. *Медведев В.В.* Структура почвы. – Харьков, 2008. – 405 с.
9. *Можейко А.М.* Взаимодействие гипса с коллоидным комплексом солонцеватых почв /А.М. Можейко// Записки ХСХИ. – Х., 1946. – Т. 5. – С. 199-224.

Стаття надійшла до редколегії 02.07.2015

APPLICATION of CALCIUM-IRON PRODUCTION WASTE FOR IRRIGATED BY MINERAL WATERS AND TECHNOLOGICALLY CONTAMINATED SOILS IMPROVING**L.I. Vorotyntseva****NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky»**
(*Oroshenie@ukr.net*)

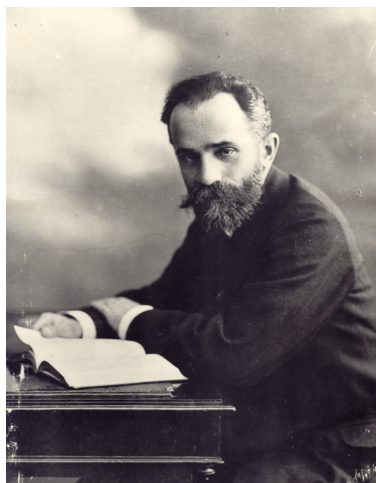
The objective was to study the efficiency of resource-saving technologies of cultivation of alkaline and technologically contaminated chernozem ordinary with calcium-iron sludge, assessment of changes in agrophysical, physical-chemical and chemical properties and the productive functions of reclaimed soils. Research were carried out for the period 2009-2014 in field small plot experiment in ISSAR Experimental Field "Donetske" State Enterprise National Scientific Center «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky» (p. Sukha Balka, Yasinovatskiy district, Donetsk region.) on chernozem ordinary medium-humus on loessial sandy loams.

The positive effect of the ameliorants on quality composition of the salts of the aqueous extract, the content of absorbed cations was defined, it helped to reduce the degree of soil alkalinity to the weak (2,8% Na + K from the amount of absorbed cations). Application of ameliorant in the soil improved the microstructure of the soil, provided the increase of agronomically valuable aggregates fraction and increased the number of water-resistant aggregates more than 0.25 mm.

Due to the complex formation of sparingly soluble compounds with iron, calcium barrier it was decreased category of soil contamination to permissible, reduced the content of available forms of lead and cadmium (1.5-1.7 times) in the soil and crops. Improving the properties of the soil provides yield increase of crops at the level of 7-33%.

Key words: *irrigation; irrigation water; calcium-iron sludge; melioration; alkanization; absorbed cations.*

ІСТОРІЯ НАУКИ HISTORY OF SCIENCE



ВЫДАЮЩИЙСЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ПОЧВОВЕД *к 150-летию со дня рождения Г.Н. Высоцкого (1865-1940)*

Е.С. Мигунова

**Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства
и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого**

В статье кратко описаны жизненные вехи выдающегося отечественного ученого, перечислены наиболее важные достижения в почвоведении – работы и открытия в области изучения водного режима почв, выделение и обоснование типов водного режима, отработка методики почвенной гидрологии. Высоцким введено понятие о «гидротермическом режиме» почв, который он считал наиболее существенным из почвообразователей. Его идеи на многие годы явились основанием для фундаментальных исследований водного режима почв и водного баланса.

Ключевые слова: *Высоцкий Г.Н.; почвенная гидрология; гидротермический режим.*

Георгий Николаевич Высоцкий является одним из крупнейших отечественных агролесомелиораторов. Но одной из наиболее характерных черт его, как ученого, была необычайная широта научных интересов, что позволило ему оставить глубокий след во многих областях естественно-научных знаний. Ученые по меньшей мере восьми дисциплин – лесоводства, почвоведения, геоботаники, экологии, географии, гидрологии, климатологии и метеорологии – считают Высоцкого корифеем, классиком, а агролесомелиораторы и ландшафтоведы – основоположником своей науки.

Однако важно подчеркнуть, что ученый никогда специально не занимался проблемами названных выше наук и проводимые в этих науках исследования не были для него самоцелью. Все его наработки и обобщения в разных науках сделаны им попутно, в процессе решения сугубо лесоводственных вопросов, в связи с разработкой проблем степного лесоразведения. Но занимался он вопросами смежных естественных наук далеко не случайно. Они были необходимы ему потому, что эти науки изучают среду обитания лесов, а «изучать лес, его строение, его жизнь, оторвано от одновременного изучения среды, бесцельно» – утверждал ученый.

Г.Н. Высоцкий родился 7 февраля (ст.ст.) 1865 г. в Украине, в селе Никитовка бывшего Глуховского уезда Черниговской губернии в семье небогатого землевладельца. В 1886 г. он закончил в Москве реальное училище и в том же году поступил в Петровскую (ныне Тимирязевскую) сельскохозяйственную академию.

Особенное влияние на формирование научных интересов Высоцкого оказали лекции К.А. Тимирязева и Н.К. Турского. Рассказы последнего о достижениях искусственного степного лесоразведения в значительной мере определили жизненный путь ученого, а увлекательные лекции Клементия Аркадьевича о жизни растений сделали его биологом в самом широком понимании этого термина.

После окончания в 1890 г. академии молодой ученый-агроном был зачислен в организовывающуюся в то время Особую экспедицию Лесного департамента, руководимую В.В. Докучаевым. В течение двенадцати лет он заведовал Велико-Анадольским участком экспедиции, реорганизованным в 1899 г. в Мариупольское опытное лесничество.

Велико-Анадольский период был очень плодотворным в научной деятельности ученого. В эти годы он с увлечением «зарылся в многоглавую книгу природы», занявшись изучением всех основных ее элементов: климата, микроклимата и погоды, почв, грунтов и грунтовых вод, естественной степной и культурной растительности. Особенно большой вклад в этот период внесен Г.Н. Высоцким в почвоведение. Наиболее важны его работы в области изучения водного режима почв, особенно, выделение и обоснование типов водного режима (промывного, периодически промывного, непромывного, выпотного) и расчеты *водного баланса*, заложившие основы нового направления – почвенной гидрологии. С водным режимом непромывного типа Высоцкий связал представление о «*мертвом горизонте иссушения*», непромачиваемом атмосферными осадками. При этом ученый подчеркивал, что выражение «мертвый» не следует понимать буквально, так как этот горизонт может пронизываться живыми корнями, в нем живут дождевые черви и др. Вместе с тем он установил, что при наличии «мертвого» горизонта в степи существуют «потускулы» или «кормители», через которые происходит питание грунтовых вод и которые приурочены к различным депрессиям в рельефе – степным блюдцам и потяжинам.

Высоцкий очень много сделал в области методики почвенной гидрологии. Он по-видимому первым указал на необходимость должной повторности при определении влажности почв, чтобы устранить влияние пространственной пестроты, впервые ввел вычисление запасов влаги в почве с выражением их в миллиметрах водного слоя, с подразделением на «мертвый» запас и запас «оборотной влаги», под каковой он понимал влагу, доступную для растений. Им был разработан и введен в научную практику очень наглядный метод изображения изменения влажности почвы во времени и пространстве в виде «хроноизоплет» и «топоизоплет» влажности. Этот способ позволяет сразу охватить поведение влаги в любой толще за период любой продолжительности или на профиле любой протяженности. В процессе этих работ Высоцкий установил очень совершенный способ определения количества доступной влаги в почве – по разности между ее содержанием в начале вегетации и в наиболее сухой период в конце леса. Высоцким введено понятие о «гидротермическом режиме» почв, который он считал наиболее существенным из почвообразователей.

Позже, в петербургский период (1904-1913 гг.) Высоцкий основательно изучил влияние рельефа на водный режим, состав растительности и характер почв в разных зонах – дерново-подзолистой и черноземной, в том числе на песчаных массивах, характеризующихся очень своеобразным водным режимом. Г.Н. Высоцкий первым использовал гидрологический режим почв для их классификации. Он разработал ороклиматическую классификацию почв (1906), разместив их в системе координат, на одной из которой выделены четыре типа климата по уровню увлажнения (отношению осадков к испаряемости – от влажного до сухого), а на второй – элементы рельефа, также четыре позиции, энергично перераспределяющего влагу. Такое размещение показало, что в разных зонах к аналогичным элементам рельефа приурочены разные типы почв, но в целом ряды их имеют много сходных признаков. В последующем это

положение было подтверждено рядом авторов, что послужило основанием назвать выявленные связи *законом аналогичных топографических рядов почв* (Захаров, 1927). Заметим, что на этот факт первым указал Сибирцев (1900). Эта «ороклиматическая» классификация Высоцкого намного раньше и полнее использует принцип *«почвенных катен»*, получивший широкое распространение за рубежом в середине прошлого века (Miln, 1930).

Высоцкий изучал почву прежде всего как среду обитания растений, как арену их жизни. Он всегда относил почвоведение к биологическим дисциплинам, поскольку был одним из немногих, кто пришел в почвоведение из агрономии. Именно поэтому он придавал такое большое значение влаге в почве, *сравнивая ее с кровью живых организмов* и увязывая все происходящие в почвах процессы, в том числе элювиирование и иллювиирование, с циркуляцией почвенных растворов. Трудно представить, кто кроме Высоцкого и когда смог бы организовать и провести такой огромный объем подобных очень трудоемких исследований и так глубоко обобщить их. Результаты своих исследований по водному режиму черноземов под лесными насаждениями и прежде всего впервые установленный им факт бóльшего расходования влаги лесом, по сравнению с травянистой растительностью, Высоцкий сразу же приложил к решению различных вопросов степного лесоразведения.

Позже Георгий Николаевич существенно доработал вопрос о зональных и интразональных почвах, выделенных Сибирцевым. Уже в 1909 г. он указал на наличие признаков зональности у всех интразональных почв, что обусловлено их нахождением в той же природной зоне. При этом он подразделил эти почвы на две категории: *интразональные*, которые становятся зональными в соседних природных зонах, в том числе в более сухих и более влажных, и *абсолютно-интразональные*.

Высоцкий не мог не обратить внимания на роль исходных горных пород в создании тех или иных условий для жизни леса. Изучение почв, по его мнению, следует начинать с *изучения подпочв*, грунтов, а *«верхнюю корочку»* его следует лишь закончить. Высоцким впервые детально описан процесс оглеения почв, в том числе введен в научный оборот народный термин «глей». Первым он описал и процессы ожелезнения песчаных почв – формирование псевдофибров и жерствы (термины Высоцкого), указал на коллоидные явления в почвах, детально описал погребенные гумусовые горизонты в лёссах. Оригинальная система взглядов была развита Высоцким по вопросу о процессах засоления и рассоления почв. Он считал, что основным источником солей в почвах, грунтах и грунтовых водах служит явление, которое он назвал «импульверизацией», т.е. принос солей через атмосферу ветром и атмосферными осадками. В самое последнее время это его положение получило экспериментальное подтверждение, объясняющее широкое распространение на юге Украины так называемых остаточного-солончатых почв (Новикова, 2009). Очень большое значение в жизни почв, в том числе в формировании их структуры, Высоцкий придавал землероям и дождевым червям. Их изучению посвящен ряд его глубоких исследований. Он считается первым педозологом.

Еще в начале XX века Г.Н. Высоцкий (1904) высказал очень важную мысль об общей особенности почв и растений – их строгой зависимости от одних и тех же факторов внешней среды – элементов жизни, как он их называл. Вместо известной формулы В.В. Докучаева: почва – функция климата, живых организмов, горных пород, рельефа и возраста – из положений Высоцкого следует, что растительность и арена ее жизни, почва, являются функцией главных абиотических факторов – климата и грунтов. При этом Высоцкий их значительно конкретизировал, взяв как фактор почвообразования не климат вообще, а количество и соотношение тепла и влаги. Горные породы обеспечивают растения элементами питания. Что же касается рельефа, то признавая его огромную роль, Георгий Николаевич тем не менее не придавал ему значения самостоятельного фактора – «ничто так, как рельеф не

усложняет, не разнообразит, не переформирует все прочие факторы жизни». В результате был намечен прямой путь решения уравнения Докучаева, которое именно потому, что до сих пор не выделены главные составляющие взаимодействующих факторов – *тепло, влага, пища*, – как это предложил Высоцкий, «из-за сложности входящих в него факторов» признано нерешаемым (Ковда, 1973). Примечательно, что спустя 100 лет установлено, что на учете этих трех лимитирующих жизнь экологических факторов построена лесотипологическая классификационная система украинской школы лесной типологии (Мигунова, 2014).

Классификационные построения Высоцкого 1906 и 1909 годов получили широкую известность среди почвоведов и рассматриваются во многих публикациях, в том числе изданных в самое последнее время. В то же время работа 1904 года оказалась почвоведом либо неизвестной, либо невоспринятой. Между тем высказанные в ней положения касаются самых кардинальных вопросов науки о почвах, в том числе намечают путь количественного решения уравнения связи почв с факторами почвообразования. Это прежде всего выделение в названных Докучаевым факторах их ведущих составляющих – тепла и влаги климата и запасов элементов питания растений – в почвообразующих породах. Между тем, если тепло и влага и их соотношение – гидротермические условия – уже в значительной мере признаны как главенствующие для оценки климата, то в отношении горных пород, являющихся единственным на Земле источником биоэлементов, почвоведы до сих пор не смогли определиться. Во многих крупных исследованиях, в том числе в специально посвященных почвообразующим породам (Самойлова, 1983), этот коренной вопрос даже не затрагивается.

Очень важно также признание Высоцким рельефа не самостоятельным, а лишь перераспределяющим фактором и особенно его положение об обусловленности растительности и почв одними и теми же главными абиотическими факторами – климатом и грунтом. В почвоведении же долгие годы шли дебаты относительно того какой из факторов – климат или растительность – играют более важную роль в почвообразовании. При этом большинство явно склонялось к выделению особой роли биологического фактора. Между тем без тепла и влаги, обусловленных климатом, не только почвообразование, но и жизнь невозможны.

Высоцкий очень много внимания уделил изучению взаимосвязи между разными природными факторами и прежде всего связи растительности со средой, широко используя при этом *метод фитоиндикации* – оценки качества среды по составу и состоянию естественной растительности. Именно этот прием позволил ему выявить целый ряд закономерных изменений в характере растительного покрова в зависимости от условий среды обитания, которые никто до него так четко не формулировал. Подтверждают это его работы, посвященные зональности природы. Одной из первых статей журнала «Почвоведение» были его «Почвенные зоны Европейской России в связи с соленостью грунтов и характером лесной растительности» (Высоцкий, 1899). Его схема природных зон европейской части СССР, в которой увязаны воедино основные элементы климата (осадки, испаряемость, солнечная радиация) и грунтов (мерзлота, карбонатность, засоленность, уровень грунтовых вод) с характером естественной растительности и почв, обошла многие советские и зарубежные издания, к сожалению иногда не за его авторством.

Наряду с широтной зональностью, Высоцкому принадлежат серьезные разработки, посвященные внутризональной комплексности – «географической мозаике», роли микроклимата и микрорельефа (термины Г.Н.) в ее формировании, и обоснование огромного значения ее учета в деле правильной организации сельского и лесного хозяйства. Именно с этой целью он выдвинул идею отражения этой

комплексности путем создания специальных фито-топологических карт или карт типов местопроизрастаний.

Им разработана грандиозная программа лесомелиорации всей Русской равнины – от тундры до пустыни (Высоцкий, 1939). В лесной зоне он, в частности, рекомендовал размещать сельскохозяйственные угодья на широких (в несколько километров) просеках, прокладываемых поперек северным ветрам. На подветренной стороне их должны размещаться пашни, на открытой ветрам – сенокосы и пастбища. Целесообразность чередования угодий, по Высоцкому, заключается в возможности наиболее производительного использования тех или иных земель, в создании благоприятных микроклиматических условий, в перераспределении снега и поверхностного стока, в защите почв от эрозии, рек – от заиления, лесов – от пожаров.

Многие годы Г.Н. Высоцкий занимался преподавательской деятельностью, читая курсы почвоведения, лесоводства и луговодства в Киевском и Симферопольском университетах (1916-1923), а затем в Минском (1924-1926) и Харьковском (1927-1930) сельскохозяйственных институтах. Последние десять лет Высоцкий был сначала заместителем директора по науке, а позже консультантом созданного по его инициативе Украинского института лесного хозяйства и агролесомелиорации, носящего в настоящее время его имя. В Харькове же с 1926 года Высоцкий руководил работой Бюро по лесному опытному делу при Всеукраинском управлении лесами. По его инициативе была восстановлена и расширена лесная опытная сеть Украины, развернулись большие опытные и экспедиционные исследования. Особо следует выделить организацию Высоцким лесотипологической партии из молодых талантливых ученых (П.С. Погребняк, Д.В. Воробьев, П.П. Кожевников), которая ряд лет проводила лесотипологические исследования в Полесье и Подолии. В процессе этих работ оформилось экологическое направление лесной типологии, получившее название украинского, возродившее лесотипологическое учение Г.Ф. Морозова и А.А. Крюденера, замененное в других республиках СССР фитоценотической классификацией В.Н. Сукачева и продолжающее в настоящее время комплексное изучение природы методами, разработанными в значительной мере его создателем.

Заслуги Г.Н. Высоцкого были высоко оценены при жизни. Он был действительным членом ВАСХНИЛ и Академии наук УССР. В 1930 г. на II-ом Международном конгрессе почвоведов он был избран почетным председателем секции лесного почвоведения.

Почвоведы долго недооценивали роль Г.Н. Высоцкого в развитии их науки, в том числе его работы по водному режиму почв, завершившиеся созданием *учения о типах водного режима почв*, с выделением четырех основных его типов – *промывного, непромывного, периодически промывного и выпотного*. Между тем формирование разных типов водного режима почв – один из фундаментальнейших законов почвоведения. Достаточно вспомнить, что в условиях одинакового водного режима, например в горах (при обильном увлажнении и отсутствии застоя влаги) на разных высотных поясах под разной растительностью представлен один тип почв – бурые лесные.

Как все основные типы водного режима удалось выделить, работая на одной небольшой опытной станции в степи – трудно понять. Эти исследования были оценены только спустя 50 лет, когда их взял на вооружение А.А. Роде. Он же организовал и их переиздание. Разработки Высоцкого, намечающие количественное решение уравнения связи почв с факторами почвообразования (1904), не получили известности до сих пор. Но, наконец, И.В. Иванов в «Истории отечественного почвоведения» (2003) выделил среди ученых, выдвигавших идеи, оказавшие наибольшее влияние на развитие почвоведения, пять человек. Два из этих пяти

(П.С. Коссович и Б.Б. Полюнов) уступают трем первым, а эти первые – *В.В. Докучаев, Н.М. Сибирцев и Г.Н. Висоцкий*.

Висоцкий оставил огромное научное наследие (около 200 крупных публикаций, а также рукописные материалы) во многих областях естественно-научных знаний. В этом отношении мало кто может с ним сравниться. Его идеи на многие годы определили направление и развитие агролесомелиоративной науки. В почвоведении они явились основанием для фундаментальных исследований водного режима почв и водного баланса. Столь же широко результаты его исследований используются в ландшафтоведении, геоботанике, экологии, климатологии, гидротехнике и мелиорации.

Стаття надійшла до редколегії 01.02.2015

SHINING DOMESTIC SOILSCIENTIST

To the 150 th anniversary of G.N. Vysotsky (1865-1940)

Ye.S. Migunova

Ukrainian honored with “Znak Poshany” Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.N. Vysotsky

The article briefly describes the life of the shining domestic scientist, there are the most important milestones in soil science – the works and discoveries in the field of soil water regime, the allocation and justification of the type of water regime, working out methods of soil hydrology.

Vysotsky introduced the concept of "hydrothermal regime" of soil, which he considered the most important from soil-formers factors. His ideas served for many years as a basis for fundamental research of soil water regime and water balance.

Key words: *G.N. Vysotsky; soil hydrology; hydrothermal regime.*

РОБОТИ МОЛОДИХ УЧЕНИХ YOUNG SCIENTISTS RESEARCHES

УДК 631.452

ОЦІНКА ФОСФАТНОГО СТАНУ ҐРУНТУ НА ОСНОВІ ПОКАЗНИКІВ ФОСФАТ-БУФЕРНОСТІ¹

Зубковська В.В.

ННЦ “Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського”
(vikvik09@meta.ua)

Наведено результати досліджень фосфатного стану ґрунтів різної ґенези на основі показників фосфат-буферності. Визначення фосфат-буферності у ґрунтових зразках виконували згідно з ДСТУ 4724:2007. Встановлено, що дерново-підзолистий супіщаний ґрунт відрізняється більш високим показником буферної ємності в мобілізаційному крилі, порівняно з іншими ґрунтами. В умовах оглеєння ґрунтів спостерігається зниження концентрації рухомих форм фосфатів. Діагностику фосфатного стану рекомендується здійснювати на основі показників фосфат-буферної ємності ґрунтів.

Ключові слова: фосфат-буферність; показники; фосфор; акумуляція; мобілізація.

Фосфатний стан ґрунту є одним із основних індикаторів його родючості та окультуреності, але його динамічність та складність, через різноманітність форм, реакцій, сполук та комплексів, у вигляді яких фосфор може знаходитись у ґрунті [1], утруднюють процес його визначення.

За умов дефіциту фосфоровмісної сировини, для промислового виготовлення добрив, проблема фосфатного живлення рослин залишається гострою та актуальною. Тому для об'єктивної діагностики фосфатного стану ґрунтів, прогнозування резервного потенціалу фосфатних пулів у ґрунтах різної ґенези потрібні нові методичні підходи.

За Р.С. Трускавецьким [2, 3] фосфатний режим ґрунту необхідно оцінювати не лише за рухомістю фосфатів, а й за фосфат-буферною здатністю. Фосфат-буферність характеризують закономірності мобілізації-акумуляції фосфору в ґрунті, умови його переходу з твердої фази ґрунту в ґрунтовий розчин та назад [3, 5].

У низці публікацій [1, 3, 4, 5 і ін.] буферним властивостям ґрунтів надається пріоритетне значення в діагностуванні їхнього поживного режиму. Фосфат-буферну діагностику застосовують, щоб визначити, наскільки поглинальний комплекс того чи іншого ґрунту здатний підтримувати оптимальну концентрацію фосфору в ґрунтовому розчині за умов інтенсивного удобрення і хімічної меліорації та виносу фосфору з урожаєм. За результатами буферної діагностики можливо передбачити ефективність застосування різних видів добрив та меліорантів для оптимізації поживного режиму конкретного ґрунту та обрати шляхи усунення можливих екологічних ризиків.

Метою досліджень було вивчення окремих показників фосфат-буферної здатності для визначення фосфатного стану ґрунтів різної ґенези.

Методика досліджень. Агрохімічні характеристики досліджуваних ґрунтів наведено в таблиці 1. Визначення проводили за такими методиками: рН водної витяжки – потенціометричним методом (ГОСТ 26423-85), вміст гумусу за Тюрінім (ДСТУ 4289), вміст рухомих сполук фосфору та калію – за Чиріковим (ДСТУ 4115-2003). Проби ґрунту відібрали із шару 0-20 см і підготували до аналізу за стандартною

¹ Роботу виконано під керівництвом доктора с.-г. наук, професора Р.С Трускавецького та доктора біол. наук Ю.Л. Цапко

методикою (ДСТУ 4287-2004) [7]. Визначення у зразках ґрунтів параметрів фосфат-буферності виконали згідно з ДСТУ 4724:2007 [8].

1. Характеристика досліджених ґрунтів у шарі 0-20 см

Ґрунт	$pH_{водн.}$	Вміст рухомих форм, мг/кг		Гумус, %	Вміст фізичної глини, %
		P_2O_5	K_2O		
Чорнозем опідзолений важкосуглинковий	5,7	136,0	160,0	3,90	42,2
Ясно-сірий лісовий поверхнево оглеєний легкосуглинковий	5,6	28,6	82,5	2,40	23,3
Дерново-підзолистий супіщаний (переліг)	4,3	134,5	12,0	0,97	18,6
Дерново-підзолистий глейовий супіщаний (орний)	5,8	111,4	12,0	1,20	17,1
Дерново-підзолистий легкосуглинковий (переліг)	4,7	30,90	21,1	1,25	28,5
Дерново-підзолистий глейовий легкосуглинковий (орний)	6,0	22,30	27,1	1,94	20,4

Результати досліджень. Визначили фосфат-буферні властивості ґрунтів різної ґенези (табл. 2) на основі таких показників фосфат-буферності:

- показник pP (від'ємний десятиковий логарифм активності фосфору), яким характеризують стан рухомого фосфору на момент визначення. Чим менше числове значення цього показника, тим вищою є концентрація рухомого фосфору в ґрунті;
- показник буферної ємності (БЄ), яким характеризують об'єм дії фактору, відносно якого проявляється буферна здатність ґрунту. Вона визначається в акумуляційному та мобілізаційному інтервалах.
- коефіцієнт буферної асиметрії (КБА), яким характеризують рівень переваги акумуляційної здатності ґрунту над мобілізаційною.

2. Параметри фосфат-буферності ґрунтів

Ґрунт	pP	Буферна ємність, бали		КБА
		акумуляційний інтервал	мобілізаційний інтервал	
Чорнозем опідзолений важкосуглинковий	5,2	15,6	0,98	0,97
Ясно-сірий лісовий поверхнево оглеєний легкосуглинковий	5,1	12,51	0,08	0,98
Дерново-підзолистий супіщаний (переліг)	5,2	7,20	0,45	0,88
Дерново-підзолистий глейовий супіщаний (орний)	5,6	10,46	0,09	0,98
Дерново-підзолистий легкосуглинковий (переліг)	5,6	6,73	0,11	0,97
Дерново-підзолистий глейовий легкосуглинковий (орний)	5,8	8,21	0,04	0,99

Результати вимірювань і розрахунків свідчать, що у всіх досліджених ґрунтах процес акумуляції фосфатів переважає над процесом мобілізації, аргументом чого є показники в мобілізаційному інтервалі. В дерново-підзолистому супіщаному ґрунті помічено більш високий показник буферної ємності в мобілізаційному крилі, порівняно з іншими ґрунтами, але він все ж таки менший за показники чорнозему опідзоленого (7,2 та 15,6 балів, відповідно). Це свідчить про те, що фосфатні функції в них спрямовані на відтворення лабільних фосфатних іонів. У чорноземі спостерігається не лише найвища депонувальна здатність відносно фосфатів (в акумуляційному інтервалі), але і доволі значна мобілізувальна властивість (у мобілізаційному

інтервалі), чим і забезпечується високий фосфатний потенціал для живлення рослин. Це підтверджується і показником КБА, який становить 0,88 одиниць.

Фосфат-буферна здатність інших досліджених різновидів ґрунтів вказує на їх низьку мобілізаційну здатність відносно фосфору, тобто ґрунт переважно працює в бік акумуляції елементу, про що свідчать показники в мобілізаційному інтервалі та КБА, який наближається до одиниці.

Найменшу рухомість фосфору виявлено на оглеєних дерново-підзолистих ґрунтах, про що свідчать їхні значення rP – відповідно, 5,6 у супіщаному та 5,8 у середньосуглинковому, незалежно від місця їх залягання. Виявлена закономірність узгоджується також і з значенням коефіцієнта буферної асиметрії, який наближається до одиниці, що свідчить про переважання процесів іммобілізації фосфору на оглеєних дерново-підзолистих ґрунтах. На наш погляд це свідчить про те, що внаслідок відновних процесів у цих ґрунтах підвищується кількість рухомих форм заліза та алюмінію, які взаємодіють з фосфорними сполуками, утворюючи малорухомі залізота алюмофосфати [6].

Діагностику фосфатного стану ґрунту недостатньо здійснювати виключно тільки за його валовим та фракційним складом або за вмістом доступних для рослин форм фосфатів, оскільки при цьому не враховується здатність ґрунту поновлювати вміст фосфору за рахунок своїх потенційних запасів (фосфатного фактору інтенсивності – ФФІ).

Фосфатний стан ґрунту, на нашу думку, найбільш доцільно оцінювати за показниками фосфат-буферної ємності ґрунтів [3, 9]. Чим вища фосфат-мобілізаційна здатність ґрунту, тобто його здатність поновлювати використаний рослинами поживний фосфатний фонд ґрунтового розчину за рахунок резервних, недоступних рослинам запасів фосфору, тим менше ґрунт потребує внесення добрив.

Висновки. Таким чином показники фосфат-буферної здатності дозволять ефективно контролювати фосфатний стан ґрунтів у процесі сільськогосподарського землекористування і вчасно його оптимізувати не тільки шляхом використання фосфорних добрив, але й іншими агротехнологічними заходами, зокрема, зміною способів внесення добрив, за допомогою хімічної, структурної та інших видів меліорації, органічного землеробства, обробітку ґрунту, сівозмін тощо, тобто, прийомів, що ефективно оптимізують фосфатний стан ґрунту, завдяки поліпшенню його фосфат-буферних властивостей.

Список використаної літератури

1. Носко Б.С. Фосфатний режим ґрунтів і ефективність добрив / Б.С. Носко. – Київ: Урожай, 1990. – 224с.
2. Трускавецкий Р.С. Буферность плодородия почв осушенных торфяников УССР и методы их оценки // Почвоведение. - 1983. - № 3. - С. 63-72.
3. Трускавецкий Р.С. Буферна здатність ґрунтів та їх основні функції. Харків, 2003. – 228 с.
4. Стахів М.П. Фосфорне живлення рослин та методичні аспекти визначення рухомих сполук фосфору в ґрунті // Ґрунтознавство. - 2010. - Т.11. - № 3-4. - С. 88-95.
5. Цапко Ю.Л. Експрес діагностика фосфатної функції ґрунтів за показниками їх фосфат-буферності // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2007. – Вип. 68. – С. 80-84.
6. Никифорова А.С. Подвижные формы соединений фосфора и железа в чернозёмовидных почвах севера Тамбовской равнины // Вестн. Моск. ун-та. – Сер. 17. – Почвоведение. – 2012. – № 2.
7. Якість ґрунту. Відбирання проб: ДСТУ 4287:2004. - [Чинний від 2005-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 10 с.
8. Якість ґрунту. Визначення фосфат - буферності ґрунту за ДСТУ 4724:2007. - [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 14 с.
9. Патент 91419 Україна, МПК G01N 33/24 Спосіб оптимізації фосфатного стану ґрунтів / Заявл.14.10.2013. Опубл. 10.07.2014. Бюл. №13. – 5 с.

Надійшла до редколегії 5.05.2015

THE SOIL PHOSPHATE STATUS ASSESSMENT BASED UPON THE PHOSPHATE BUFFER CAPACITY INDICES**V.V. Zubkovska****NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O. N. Sokolovsky"**

Phosphate plant nutrition problem is acute and urgent. Therefore, it is necessary to use new methodological approaches for an objective diagnosis of soil phosphate to assess potential reserve of phosphate pools in soils of various genesis. Phosphate regime of soil must be assessed not only in terms of phosphates availability but of phosphate buffer capacity also. The results of the soil phosphate status research in terms of the phosphate buffer capacity indices for the soils of various geneses are shown. It is found that the sod-podzolic sandy soil has higher buffer capacity coefficient in the mobilization wing compared with other soil varieties. In gley soils the decrease is observed in available phosphates

Key words: *buffer capacity; characteristics; phosphate mobilization; accumulation.*

УДК 631.43

ОПТИМАЛЬНА МОДЕЛЬ ПОСІВНОГО ШАРУ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ТА ЇЇ ПЕРЕВАГИ¹**С.І. Криlach****ННЦ "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського"***(Svetlana_Hekalo@mail.ru)*

Наведено модель посівного шару чорнозему типового з оптимальними параметрами структурного складу і щільності будови з урахуванням потреб сільськогосподарських культур із різним розміром насіння. За результатами досліджень у мікроділянкових досліджах доцільність регулювання фізичних властивостей ґрунту (щільність будови і структурний склад), у межах посівного шару перед посівом зернових культур, аргументовано реакцією рослин у період проростання. Спостерігали не лише пришвидшення проростання рослин, а й збільшення загальної кількості проростків, що сприяє у подальшому стабільності розвитку та підвищенню урожаю. Відмічається позитивний вплив оптимізації під час посіву агрофізичних властивостей посівного шару ґрунту на морфологію коренів – помірно збільшується їх довжина, діаметр та коефіцієнт продуктивності. Констатовано також, що створений під час посіву оптимальний структурний склад ґрунту у надрасінневого шарі зберігається протягом тривалого часу, аж до середини вегетації культури. Доведено переваги оптимізації будови посівного шару ґрунту, щодо його агрофізичних властивостей, порівняно із стандартною технологією вирощування сільськогосподарських культур. Встановлено посилення негативного впливу несприятливих агрофізичних параметрів ґрунту за несприятливих погодних умов (недостатньої зволоженості) на розвиток та урожай рослин. Це є аргументом на користь необхідності удосконалення агрономічних вимог до передпосівного обробітку ґрунту, особливо, у посушливих регіонах.

Ключові слова: *ґрунт; посівний шар; сільськогосподарські культури; структурний склад; щільність будови.*

Вступ. Сучасне сільськогосподарське виробництво спрямоване на досягнення максимальних урожаїв, що неможливо без нормального розвитку рослин, особливо, на початкових стадіях. Для вирощування культур у стартовий період вкрай важливими є фізичний стан і будова посівного шару ґрунту, тієї його частини, яка формує насіннєве ложе.

Питанню створення оптимальних параметрів посівного шару ґрунту присвячено багато робіт, огляд яких суттєво виствітлено у публікаціях С.І. Долгова [1], В.В. Медведєва [2] та І.В. Кузнєцової [3]. Але систему оптимальних параметрів орного шару чорноземних ґрунтів, прийнятних для нормального зростання основних польових культур, започаткували В.В.Медведєв і А.Г. Бондарєв [4]. Досліджуючи

¹ Науковий керівник – доктор біол. наук, академік НААН, професор В.В. Медведєв

зв'язок сільськогосподарських рослин з фізичними параметрами ґрунту, В.В. Медведєв запропонував шляхи оптимізації структурного стану та щільності будови орних ґрунтів, показавши, однак, і ряд невирішених питань [5].

С.І. Долгов із співавторами [1] довели, що задовільні умови проростання рослин існують у деякому (не надто вузькому) інтервалі щільності ґрунту, у межах якого коренева система рослин і ґрунтова мікрофлора достатньо забезпечені вологою та повітрям. Своїми дослідженнями І.В. Кузнєцова [3] виявила оптимальну щільність ґрунту суглинкового гранулометричного складу щодо оптимального для рослин вмісту води та повітря, констатує, що, залежно від типу ґрунту, оптимальні параметри щільності будови коливаються в межах від 1,03 до 1,36 г/см³ [3].

М.В. Вгаупаск дослідив вплив структурного складу ґрунту в насінневому шарі на проростання рослин сої та кукурудзи. Він вказав на тенденцію збільшення кількості сходів рослин сої за розміру структурних агрегатів 1-2 мм, порівняно із агрегатами розміром від 5 до 10 мм. Для рослин кукурудзи кращими були агрегати розміром від 2 до 5 мм [6].

За даними М.І. Гроховського [7] на дерново-підзолистому ґрунті період появи сходів гречки за розміру структурних агрегатів від 1 до 7 мм скорочується на декілька днів, а менше 0,25 мм – навпаки, збільшується. При тому урожай гречки на структурному ґрунті був вищим на 30-35 %, порівняно із звичайним, несорттованим за структурним складом, ґрунтом. Збільшення вмісту агрегатів дрібніших за 0,5 мм у посівному шарі призводить до зниження урожаю гречки.

Встановлено, що найбільш помітним є вплив структурного складу ґрунту на розвиток кореневої системи молодих (проростків) рослин. У моделях, із більшим розміром агрегатів виявлено більшу довжину коренів кукурудзи [8].

Незважаючи на великий інтерес дослідників до пошуку оптимальних агрофізичних параметрів ґрунту, залишаються не деталізованими вимоги окремих сільськогосподарських культур, залежно від розміру насіння та фази розвитку, до ґрунтово-агрофізичних умов в окремих частинах посівного шару.

Метою нашої роботи є обґрунтування моделі посівного шару ґрунту з оптимальними і стійкими впродовж вегетаційного періоду параметрами щільності будови у піднасіenneвому та структурного складу у наднасіenneвому шарах для культур із різним розміром насіння.

Об'єкти і методи досліджень. *Об'єкт досліджень* – орний шар чорнозему типового малогумусного важкосуглинкового на лесоподібному суглинку. *Предмет досліджень* – агрофізичні показники посівного шару ґрунту.

Дослідження проводили в умовах двох мікроділянкових дослідів (2013 і 2014 рр.) на Слобожанському дослідному полі ННЦ "ІГА імені О.Н. Соколовського", що знаходиться на території Харківського району Харківської області. Досліджений ґрунт має такі параметри: рН сольовий – 6,50, загальний вміст гумусу – 3,30 %, мінерального азоту – 22,99 мг/кг ґрунту, вміст фосфору та калію (за Чиріковим) – відповідно, 318,69 та 512,67 мг/кг ґрунту.

Досліди включали такі варіанти:

- 1 – Модель посівного шару із оптимальними параметрами (за даними вегетаційних досліджень [9, 10]) структурного складу у наднасіenneвому шарі та щільності будови у піднасіenneвому шарі для кукурудзи (табл. 1);
- 2 – Так само з відповідними параметрами для пшениці ярої;
- 3 – Так само з відповідними параметрами для проса;
- 4 – Контрольний варіант із природними параметрами і загальноприйнятими технологіями обробітку за вирощування кукурудзи;
- 5 – Так само за вирощування пшениці ярої;
- 6 – Так само за вирощування проса;

7 – Чистий контроль (без культури).

У дослідах вирощували такі культури: кукурудза (гібрид Моноліт МВ), просо (сорт Слобожанське) та пшениця яра (сорт Харківська 30).

Розмір дослідної ділянки 1х1 м.

Оптимальні параметри щільності будови та структури ґрунту, модельовані у дослідах, наведено у таблиці 1.

1. Параметри моделі оптимального посівного шару ґрунту

Культура	Щільність будови ґрунту у піднасі́ннєвому шарі, г/см ³	Розмір структурних агрегатів у наднасі́ннєвому шарі ґрунту, мм
Кукурудза	1,1 – 1,2	1,0 – 10,0
Пшениця яра		1,0 – 10,0
Просо		0,5 – 7,0

Спосіб моделювання оптимального посівного шару ґрунту. На ділянках було знято весь наднасі́ннєвий шар ґрунту. Потужність цього шару для кукурудзи становила 5-6 см, для пшениці ярої та проса – 4-5 см. Піднасі́ннєвий шар ущільнили однаково для всіх культур до значень 1,1-1,2 г/см³ і висіяли на його поверхню насіння. Зверху насіння прикрили шаром сепарованої ґрунтової маси. Для кукурудзи і пшениці ярої розмір агрегатів у наднасі́ннєвому шарі ґрунту коливався у межах від 1 до 10 мм, для проса – від 0,5 до 7,0 мм. Зразки ґрунту для досліджень відбирали три рази протягом вегетації культур: початок, середина та кінець вегетації.

Погодні умови 2013 і 2014 рр. відрізнялися від середніх багаторічних даних – частішими були прояви посухи та різкі коливання температури повітря, також помічено нерівномірність розподілу опадів за роками.

У роки досліджень спостерігали більш високу температуру повітря протягом вегетації сільськогосподарських культур, порівняно із багаторічними даними. Найбільше відхилення температури повітря від середніх багаторічних значень у бік збільшення спостерігали у травні 2013 року – на 4,4 °С і у серпні 2014 р. – на 4,0 °С.

Підвищення температури повітря сприяло зменшенню вологості наднасі́ннєвого шару ґрунту через випаровування. У 2013 році протягом вегетації досліджуваних культур зафіксували меншу кількість опадів, порівняно із багаторічними даними, впродовж усього періоду вегетації; крім вересня, коли опадів було більше на 56 мм (рис. 1.).

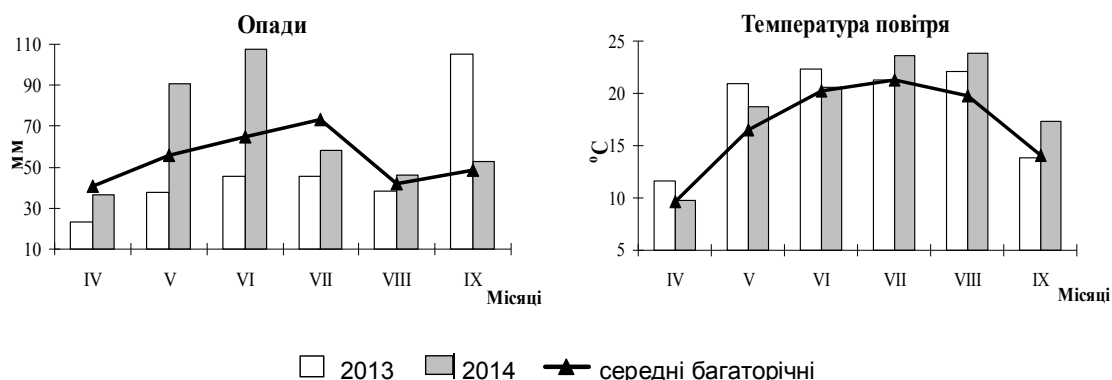


Рис. 1. Погодні умови протягом вегетації культур у 2013 і 2014 рр. порівняно із середніми багаторічними даними

За кількістю опадів 2014 рік був більш сприятливим для розвитку сільськогосподарських культур. Відмічалось збільшення кількості опадів (з перевищенням багаторічних даних) після посіву рослин та на початку вегетації, що сприяло їхньому більш інтенсивному розвитку. Кількість опадів протягом вегетації досліджуваних культур у 2014 році була вищою на 29 %, порівняно із попереднім.

Результати досліджень дозволяють стверджувати, що створення перед посівом оптимальних фізичних параметрів ґрунту у посівному шарі для кожної культури окремо є необхідною складовою технології вирощування. Помітили, що за оптимальних параметрів ґрунту у посівному шарі сходи рослин є більш повними та з'являються на декілька днів раніше. Цей факт був уже раніше зафіксований нами у вегетаційних дослідках [10].

На ділянках, де у посівному шарі ґрунту було створено оптимальні агрофізичні параметри, помітили не лише поліпшення схожості рослин, а й збільшення загальної кількості проростків: для рослин із дрібним розміром насіння (просо) – на 25 %, із середнім (пшениця яра) і великим (кукурудза) розміром насіння – на 23 та 22 % відповідно.

Створення оптимальних агрофізичних умов у посівному шарі ґрунту також позитивно впливає на морфологію коренів – помірно збільшуються їх довжина, діаметр та коефіцієнт продуктивності. Коефіцієнт продуктивності характеризує роботу кореневої системи і вимірюється як відношення маси надземної частини рослин на одиниці площі до маси їхньої кореневої системи [11]. У табл. 2 наведено параметри кореневої системи досліджуваних культур за основними показниками.

2. Параметри кореневої системи досліджуваних сільськогосподарських культур

Культура	Довжина, см				Діаметр, мм				Коефіцієнт продуктивності			
	Оптимальний посівний шар		Контроль		Оптимальний посівний шар		Контроль		Оптимальний посівний шар		Контроль	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Кукурудза	27,6	27,7	19,6	19,9	1,53	1,33	1,15	1,08	4,1	4,3	3,8	4,0
Пшениця яра	13,6	14,7	10,1	13,6	0,28	0,29	0,22	0,24	6,8	5,8	5,9	5,0
Просо	12,6	12,7	14,1	11,2	0,51	0,49	0,55	0,45	3,8	3,8	3,3	3,6

Примітка: 1- 2013 рік; 2 - 2014 рік

Природні параметри структурного складу ґрунту залишалися майже незмінними впродовж часу досліджень під культурами в обох дослідках (рис. 2).

На ділянках без рослин у середині вегетаційного періоду 2013 р. структурність ґрунту помітно знизилася. Під рослинами поліпшення якості структури спостерігали у 2014 році.

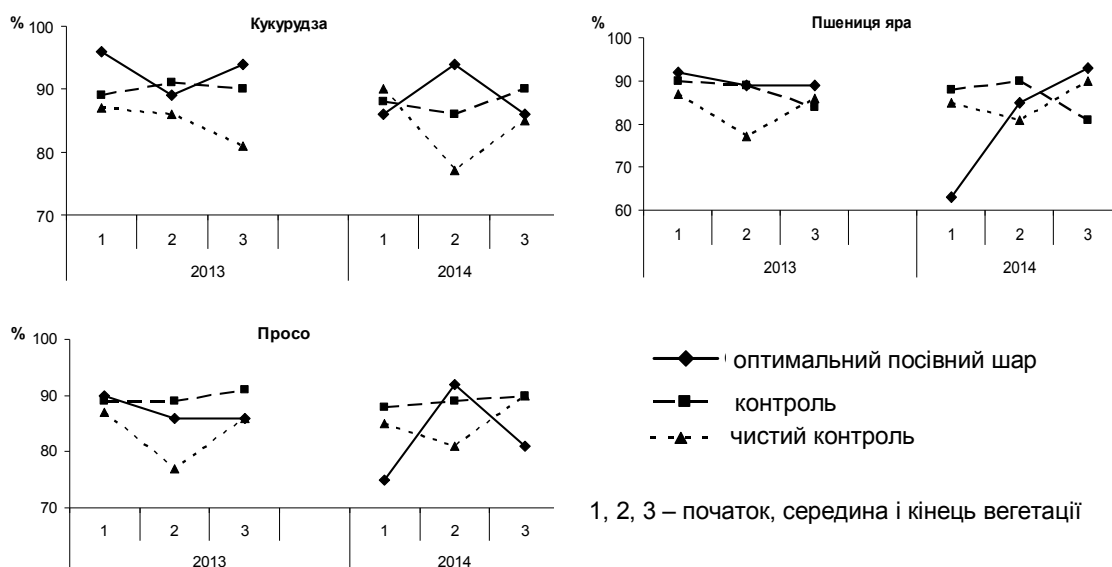


Рис. 2. Вміст структурних агрегатів агрономічно корисного розміру (10-0,25 мм) у наднасіннєвому шарі ґрунту в різні фази вегетації рослин

Іншою ілюстрацією поведінки структурного складу ґрунту є динаміка коефіцієнту структурності (відношення вмісту агрегатів розміром 0,25-10 мм до суми >10 і $<0,25$ мм.). З детального аналізу (рис. 3) видно, що домінування агрономічно корисних агрегатів, забезпечене оптимізуванням структури ґрунту навесні, поступово, впродовж вегетаційного періоду, втрачається. Винятком є лише ґрунт під кукурудзою.

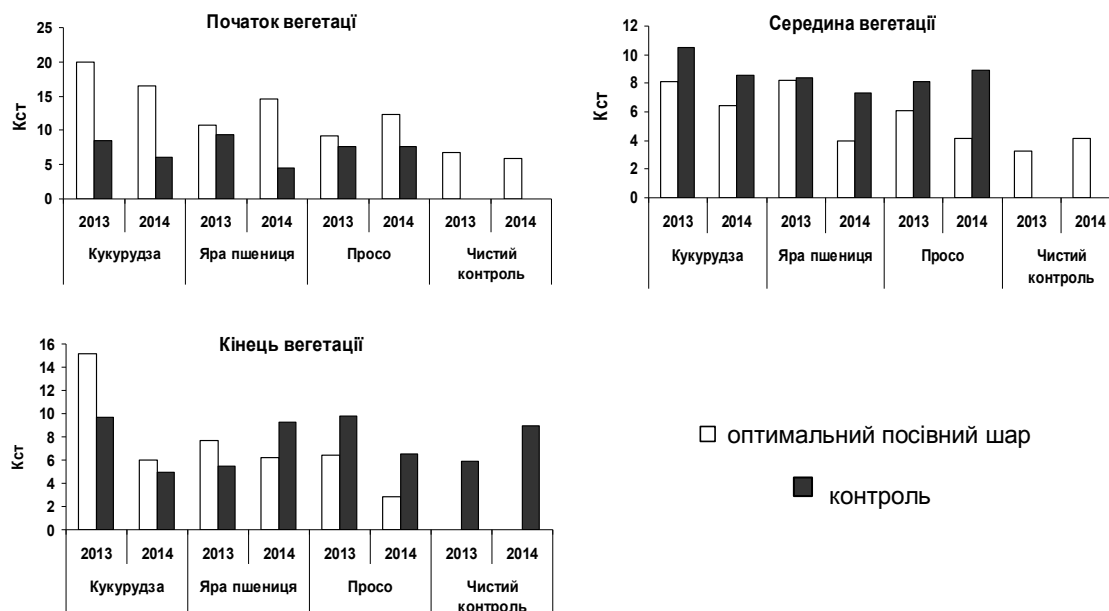


Рис. 3. Коефіцієнт структурності ґрунту у наднасіньовому шарі протягом вегетації сільськогосподарських культур

За оцінювальною шкалою В.В. Медведєва [5], рівень окультуреності чорнозему вважається високим, оскільки протягом усієї вегетації культур ґрунт містить від 70 до 80 % структурних агрегатів розміром 0,5–10 мм. Такий агрегатний склад (на основі вмісту агрегатів агрономічно корисного розміру) за Е.В. Шеїним [12] вважається добрим.

Встановлено, що створення оптимального за структурним складом та щільністю будови посівного шару ґрунту зумовлює підвищення урожаю досліджуваних культур (табл. 3).

3. Урожай сільськогосподарських культур

Культура	Варіант	Урожай зерна				Приріст порівняно з контролем, %	
		г/ м ²		ц/га			
		1	2	1	2	1	2
Кукурудза	Оптимальний посівний шар	1697	1606	170	161	40	31
	Контроль	1213	1227	121	123	–	–
Пшениця яра	Оптимальний посівний шар	150	161	15	16	28	20
	Контроль	118	135	12	14	–	–
Просо	Оптимальний посівний шар	132	155	13	15	61	38
	Контроль	82	105	8	11	–	–
Примітка: 1– 2013 рік; 2 – 2014 рік							

Примітка: 1 – 2013 рік; 2 – 2014 рік

Високий урожай кукурудзи вирощено завдяки збільшенню на 1 м² кількості рядків, тобто, замість одного рядку ми висіяли два із міжряддям 70 см. Кожного року спостерігали суттєве збільшення урожаю сільськогосподарських культур за оптимальних агрофізичних параметрів, порівняно зі стандартною технологією обробітку: для рослин із дрібним розміром насіння (просо) приріст урожаю за роками

становив 38 і 61 %, для рослин із середнім (пшениця яра) та великим (кукурудза) розміром насіння – 20 і 28 % та 31 і 40 % відповідно.

Менший приріст урожаю, як реакція рослин на оптимізацію ґрунтових агрофізичних умов, у 2014 р., порівняно з 2013 р., пояснюється меншою кількістю опадів, особливо під час проростання і появи сходів. Дані спостереження свідчать, що негативний вплив несприятливих агрофізичних параметрів ґрунту лише посилюється за його недостатньої зволоженості. Останнє дозволяє зробити висновок про необхідність удосконалення агровимог до передпосівного обробітку ґрунту, особливо у посушливих регіонах.

Висновки. Доведено, що створення оптимальних параметрів структури і щільності ґрунту у посівному шарі перед посівом є необхідною умовою вирощування культур, особливо, із дрібним розміром насіння.

Створення оптимального за структурним складом надрасінневого та за щільністю будови піднадрасінневого шарів ґрунту забезпечує приріст урожаю всіх досліджуваних рослин залежно від умов зволоженості ґрунту впродовж вегетації.

Приріст врожаю усіх сільськогосподарських культур пов'язаний з динамікою опадів впродовж вегетації, а особливо, з їх кількістю під час проростання та появи сходів. Спостереження свідчать, що негативний вплив несприятливих агрофізичних параметрів ґрунту на урожай посилюється за недостатньої вологості ґрунту.

Список використаної літератури

1. Долгов С.И. Изучение оптимального (для культурных растений) сложения пахотного слоя почвы / С.И. Долгов, С.А. Модина, Б.В. Личманов // Третий делегатский съезд почвоведов (4-16 июля 1966г), 1968. – С. 21-25.
2. Медведев В.В. Оптимальні агрофізичні параметри ґрунтів / В.В. Медведев // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1979. – Вип. 38. – С. 54-61.
3. Кузнецова И.В. Об оптимальной плотности почв / И.В. Кузнецова // Почвоведение – 1990. – № 5. – С. 43-54.
4. Медведев В.В. Некоторые пути определения оптимальных параметров агрофизических свойств почв / В.В. Медведев, А.Г. Бондарев // Теоретические основы и методы определения оптимальных параметров свойств почв / Научные труды Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 1980. – С. 84-89
5. Медведев В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов. М.: ВО "Агропромиздат", 1988.- 160 с.
6. Braunack M.V. Effect of aggregate size and soil water content on emergence of soybean (*Glycine max*, L. Merr.) and maize (*Zea mays*, L.) // Soil & Tillage Research. 1995. Vol. 33. N 3-4. P. 149-161
7. Гроховский М.И. Значение фракций структуры почвы и их влияние на урожай / М.И. Гроховский // Доклады сельскохозяйственной Академии имени К.А. Тимирязева. – 1948. – С.77–83.
8. Donald R.C., Kay B.D., Miller M.H. The effect of soil aggregate size on early shoot and root growth of maize (*Zea mays* L.) // Plant and Soil. 1987. Vol. 103. N 2. P. 251-259
9. Хекало С.І. (Крилич) Структурний склад та вологість посівного шару ґрунту як фактори проростання насіння та розвитку сільськогосподарських культур / С.І. Хекало (Крилич) // Вісник ХНАУ імені В.В. Докучаєва. – 2013. – №2. – С.47-51.
10. Крылич С.И. Влияние агрофизических параметров пахотного слоя почвы на рост и развитие сельскохозяйственных культур // Почвоведение и агрохимия. Минск. – 2014. – №2(53). – С 51-58.
11. Станков Н.З. Корневая система полевых культур / Н.З. Станков – М.: Колос, 1964. – 280 с.
12. Курс физики почв [Учебник] / Е.В. Шеин. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.

Стаття надійшла до редколегії 02.04.2015

OPTIMUM MODEL OF SOWN LAYER OF CHERNOZEM TYPICAL AND ITS ADVANTAGES

S.I. Krylach

NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky"
(Svetlana_Hekalo@mail.ru)

It is shown the model of sown layer of chernozem typical with optimum parameters of the structure and bulk density considering the needs of crops with different seed size. According to the research results in

micro plot experiments the feasibility of regulation of soil physical properties (bulk density and structure composition), within the sown layer before sowing crops, is reasoned by response of plants during germination. There was not only increasing plant growth, but also acceleration of the total number of seedlings that promoted stability in the further development and improvement of the crop. It was noted positive influence of optimization (during sowing) agrophysical properties of soil sown layer on root morphology – moderately increasing their length, diameter and coefficient of performance.

It notes also that established during sowing optimal structural composition of soil in above seed layer persists for a long time, until the middle of the growing season of crops. There were proved the advantages of optimizing the structure of soil sown layer, concerning his agrophysical properties compared to standard technology of growing crops. It was defined the strength of the negative impact of unfavorable soil parameters agrophysical under adverse weather conditions (lack of moisture) on the development and yield of plants. This is an argument for the need to improve agronomic requirements for preplant tillage, particularly in arid regions.

Key words: soil; sown layer; crops; structure composition; bulk density.

УДК 631.482.1

ОСОБЛИВОСТІ ПРОФІЛЬНОЇ БУДОВИ І ВЛАСТИВОСТЕЙ АЛЮВІАЛЬНИХ ҐРУНТІВ У ЗАПЛАВАХ РІЧОК МЕРЛА ТА ЛОПАНЬ У ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ¹

І.М. Хижняк

ННЦ «Інститут агрохімії та ґрунтознавства імені О.Н. Соколовського»

(irina_mikaella@mail.ru)

Охарактеризовано та порівняно умови формування заплавних ґрунтів у двох заплавах на території Харківської області. Показано контрастність профільної будови та характерні морфологічні ознаки алювіально-лучних ґрунтів заплав р. Мерла та р. Лопань. Суттєво відрізняється профільний розподіл гранулометричного складу, що, однак, не позначається на властивостях ґрунтів у шарі 0-30 см.

Ключові слова: заплавний ґрунтогенез; алювіальний лучний неглибокий шаруватий ґрунт; алювіальний лучний глибокий ґрунт.

Актуальність досліджень. Заплавні ґрунти належать до відносно молодих та динамічних утворень сучасних заплавних терас [1], приурочених до найнижчих гіпсометричних топопозицій річкових долин [2]. Особливості формування ґрунтового покриву і властивості ґрунтів визначаються характером прояву елементарних ґрунтових процесів у заплаві, динамічністю алювіальних та седиментаційних процесів [3]. Поєднання умов заплавного ґрунтогенезу на значній території відбивається на морфологічних ознаках ґрунтів [4]. Тому вивчення ґенези і властивостей заплавних ґрунтів дозволить визначити доцільність їх використання та шляхи підвищення продуктивності сінокошних і пасовищних угідь.

Мета досліджень: встановити особливості морфолого-генетичної будови та окремі параметри властивостей ґрунтів заплавних долин.

Об'єкти і методи досліджень. Об'єктами досліджень були алювіальні ґрунти центральної частини заплав р. Мерла у Богодухівському та р. Лопань у Дергачівському районах Харківської області. У процесі дослідження використовували морфолого-генетичний (профільний) та лабораторний методи. В лабораторних умовах визначали: $pH_{\text{водн.}}$ потенціометрично (ГОСТ 26423-85), гранулометричний склад – методом піпетки за Н.А. Качинським (ДСТУ 4730:2007), загальний вміст гумусу – за методом І.В. Тюріна (ДСТУ 4289).

¹ Науковий керівник – доктор с.-г. наук, професор Р.С. Трускавецький

Результати досліджень. У ході експедиційних рекогносцирувальних ґрунтових обстежень у межах заплав було закладено два повнопрофільних розрізи, описано морфологічні ознаки ґрунтів, відібрано зразки та проведено лабораторні визначення.

Розріз №1 закладено на правобережній частині заплави р. Лопань на північно-західній околиці с. Прудянка. Ширина заплави коливається в межах 300-500 м. Загалом, заплавна долина р. Лопань добре розвинута і має типову будову – прируслову і центральну частини та прикореневе (притерасне) пониження. Розріз закладено у відносно вирівняній пониженій центральній частині заплави. Координати місця розрізу: широта – N 50°07.157', довгота – E 35°35.265'. Ця частина заплави використовується як пасовище та сіножать. Рослинність рясна, представлена злаково-різнотравними асоціаціями, подекуди із включенням бобових трав. Проективне покриття природною лучною рослинністю в місцях обстежень коливається в межах 90-100 %.

За морфологічним описом ґрунт віднесено до алювіально-лучного глибокого важкосуглинкового з такою будовою профілю:



Hdai (0-10 см) – темно-сірий, добре задернований, помірно-ущільнений, структура зерниста, рівномірно гумусований, свіжий, важкосуглинковий, чітко за задернованістю і структурою переходить у

Hal (10-42 см) – темно-сірий зі слабо-бурим відтінком і сизуватим блиском, важкосуглинковий, крупнозерниста структура, сирий, липкий, пластичний, середньоущільнений, частково пронизаний коренями рослин із стрижневою будовою, по горизонту вицвіти крем'янки, майже непомітно переходить у

Hpgl (42-74 см) – темний, вологий, що переходить у нижній частині в мокрий, структура грудкувата, важкосуглинковий, добре та рівномірно гумусований, по гранях окремоостей – сизуватий блиск (явна ознака оглеєння), щільний, липкий, поступово переходить у

PhGI (74-110 см) – темний із сизим відтінком (сильно оглеєний), мокрий з умістом гравітаційної води, в'язкий.

У профілі ґрунту виявлено карбонатні локальні домішки – вірогідно, делювіального (теригенного) походження. Рівень підґрунтових вод встановився на час опису (14.08.2014 р.) на глибині 115 см.

Розріз №2 закладено на вирівняному пониженні у центральній частині заплави р. Мерла, в 1,5 км на захід від Первухінського цукрового заводу, між с. Гути та с. Городнє. Координати розрізу: широта – N 50°07.902', довгота – E 35°19.026'

У місці закладання розрізу геологічна будова річкової долини порушена, окремі елементи заплавного ландшафту слабо виражені. Обумовлено це процесами меандрування річкового русла. Ширина заплави становить 650 м. Рослинність представлена злаково-різнотрав'ям із включенням бобових трав. Проективне покриття – 70-80 %. Рослинність засмічена нестравлюваними видами. В минулому р. Мерла була повноводною із щорічними паводками, що віддзеркалюється у контрастності профільної будови лучних ґрунтів. Візуальними спостереженнями виявлено наявність залишків побудованого в минулому меліоративного каналу й

ознаки інтенсивного використання заплави під культурний сінокіс та пасовища. Тут сформувався алювіальний лучний неглибокий важкосуглинковий шаруватий ґрунт, що підстелюється сильно оглеєною гумусованою породою – похованим ґрунтом.

Морфологічна будова профілю:



Hd (0-7 см) – темно-сірий, добре і рівномірно гумусований, густо пронизаний коренями рослин, ущільнений, зернистий, плавно переходить у

H (7-30 см) – гумусовий, темно-сірий, сухий, крупнозернистий, помірно-ущільнений, різко переходить у

HP (30-45 см) – верхній перехідний, безструктурний, ясно-сірий, сильно ущільнений, в нижній частині – зволожений, з охристими залізистими плямами, переходить у

Phglal (45-90 см) – піщаний, з гумусовими включеннями, шаруватий, пухкий, більш вологий за попередній, по кореневих проходах – залізисті включення, охристі затьоки; в нижній частині горизонту – прошарки мулистих часточок. На глибині 72-80 см – оторфований залишок рослинності

HfsGI (90 см і нижче) – похований гумусований ґрунт, темно-сірий, сильно оглеєний, мокрий, в'язкий.

Рівень підґрунтових вод (13.08.2014 р.) встановився на позначці 148 см від поверхні ґрунту.

Результати аналізу гранулометричного складу представлено в таблиці 1.

1. Гранулометричний склад досліджуваних алювіальних ґрунтів

Гене-тич-ний гори-зонт	Шар, см	Вміст гранулометричних фракцій (%), розміром, мм						
		1 - 0,25	0,25 - 0,05	0,05 - 0,01	0,01 - 0,005	0,005 - 0,001	< 0,001	Сума фракцій < 0,01
Розріз №1. Заплава р. Лопань, Дергачівський р-н, с. Прудянка								
Hdal	5-10	2,71	8,78	29,24	9,34	13,81	36,12	59,27
Hal	25-35	3,87	17,30	23,04	11,18	12,06	32,55	55,79
Hpgl	50-65	0,52	5,88	29,54	15,08	10,56	38,42	60,06
PhGl	75-85	1,69	5,41	36,24	11,23	11,39	34,04	56,66
Розріз №2. Заплава р. Мерла, Богодухівський р-н, між с. Гути та с. Городнє								
Hd	0-7	2,02	8,72	26,19	13,23	21,38	28,46	63,07
H	10-25	3,70	15,69	20,79	8,96	18,41	32,45	59,82
HP	30-40	45,70	38,40	4,10	2,50	3,15	6,15	11,80
Phglal	55-80	80,47	13,03	1,95	2,00	0,65	1,90	4,55

Досліджувані ґрунти мають важкий гранулометричний склад (вміст фізичної глини 55-60 %). Відмітимо, що у ґрунті на заплаві р. Лопань спостерігається рівномірний розподіл мулистих часточок (< 0,001 мм) по всьому профілю, проте в ґрунті заплави р. Мерла вміст мулу вниз по профілю різко падає (з 32 % до 1,9 %).

Показники загальної характеристики досліджуваних ґрунтів наведено в табл. 2.

Водна витяжка з ґрунтів має гідрокарбонатно-кальцієвий склад, близьку до нейтральної та слабнокислої реакцію середовища. Слід відмітити, що за подібного гранскладу вміст гумусу у ґрунтах суттєво відрізняється. Це, вірогідно, пов'язано з різним рівнем зволоженості даних ґрунтів та різним загальним умістом полуторних оксидів, які закріплюють гумусові речовини.

2. Загальна характеристика заплавних ґрунтів у шарі 10-30 см

Показник	Алювіальний лучний глибокий важкосуглинковий ґрунт (розріз №1)	Алювіальний лучний неглибокий важкосуглинковий шаруватий ґрунт(розріз №2)
pH _{водн.}	7,68	6,11
C _{орг.} , %	2,86	8,75
Вміст гранулометричних фракцій, %:		
< 0,01 мм	55,79	59,82
< 0,001 мм	32,55	32,45
P ₂ O ₅ , мг/100 г	2,61	2,41
K ₂ O, мг/100 г	4,52	6,63
N _{мінер.} , мг/100 г	0,57	0,49

Заключення. Ґрунтовий покрив центральної частини заплав формується в результаті поєднання таких чинників ґрунтоутворення:

- сучасні алювіальні відклади, на яких формуються досліджувані ґрунти, визначають напрям, характер та швидкість процесів ґрунтоутворення;
- особливості геоморфологічної будови заплав зумовлюють диференціацію ґрунтового покриву;
- постійна участь підґрунтових вод у формуванні ґрунтів;
- під впливом лучної рослинності в заплаві розвивається дерновий процес ґрунтоутворення.

Список використаної літератури

1. Тихоненко Д.Г. Ґрунтознавство: підручник. – Київ «Вища освіта», 2005. – 703 с.
2. Наконечний Ю.І. Заплавне ґрунтоутворення і ґрунти заплави р. Західний Буг. Автореф. канд. геогр. наук. – Львів, 2010. – 21 с.
3. Горін М.О. Заплавне ґрунтоутворення Полісся та Лісостепу України (Еволюція, біогеохімія, окультурювання). Дис. докт. біол. наук. – Харків, 2002. – 458 с.
4. Шраг В.И. пойменные почвы и их сельскохозяйственное использование. – М. Изд-во Академии наук СССР, 1954. – 111 с.

Стаття надійшла до редколегії 20.04.2015

THE FEATURES OF PROFILE COMPOSITION AND PROPERTIES OF THE ALLUVIAL SOILS IN THE FLOODPLAINS OF MERLA AND LOPAN RIVERS IN KHARKIV REGION

I.M. Khyzhnyak

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

The article shows the conditions of grassland alluvial soils forming. The contrast of the profile structure and the typical morphological signs of the alluvial meadow-soils in the flood lands of Merla and Lopan river in Kharkiv region are also presented.

Key words: grassland soils formation; grassland alluvial shallow soil; grassland alluvial deep soil.

УДК 631.879.42:544.02

ТРАНСФОРМАЦІЯ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ КОМПОСТІВ У ПРОЦЕСІ БІОКОНВЕРСІЇ ЗА ДАНИМИ ІЧ-СПЕКТРОСКОПІЇ¹**В.А. Гетманенко, М.А. Папірний****ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»**
(vg.issar@gmail.com)

Наведено та детально проаналізовано інфрачервоні спектри компостів, вироблених на основі осадів стічних вод з різними наповнювачами (солома, листя, тирса) за аеробних та анаеробних умов. З аналізу параметрів спектрів виявлено структурні особливості гумусоподібних речовин компостованих матеріалів порівняно з непереробленими. Досліджено особливості трансформації органічної речовини осадів стічних вод у процесі біоконверсії залежно від наповнювача та умов аерації. Так, виявлено, що органічна речовина компостів з листям має більш розвинену ароматичну частину порівняно з варіантами з соломою і тирсою. Встановлено, що переробка в умовах дефіциту кисню сприяє утворенню більш структурно збалансованих гумусоподібних речовин у компостах порівняно з аеробною технологією.

Ключові слова: інфрачервона спектроскопія; органічні речовини; компости.

Вступ. Трансформація органічних сполук у процесі біоконверсії являє собою складний процес, за якого одночасно відбувається мінералізація, з утворенням простих хімічних сполук, та гуміфікація. Вироблення високоякісного органічного добрива потребує впровадження таких технологічних операцій, що забезпечать дотримання оптимального співвідношення між цими процесами. Більшість дослідників в основу комплексного меліоративного впливу органічних добрив на ґрунт покладає наявність у їх складі гумусоподібних речовин високої реакційної здатності та стійкості до розкладання [1]. Збалансованість властивостей гумусових сполук залежить від їх структурної організації. Використання інфрачервоної (ІЧ) спектроскопії дозволяє отримати інформацію щодо структурного складу органічних сполук (ароматичних та аліфатичних компонентів, функціональних груп) та відобразити особливості їх біохімічних перетворень. Величезна перевага методу полягає також у можливості дослідження як власне гумусових речовин, так і нативних матеріалів, у тому числі, компостів [2].

Мета роботи: дослідити особливості трансформації органічної речовини осадів стічних вод після біоконверсії залежно від наповнювача та умов аерації за даними ІЧ-спектроскопії.

Об'єкти і методи досліджень. Для оцінки глибини біохімічних перетворень органічної речовини у процесі біоконверсії було проаналізовано ІЧ-спектри компостів на основі осадів стічних вод (ОСВ), вироблених з різними наповнювачами (солома, листя, тирса) за аеробних та анаеробних умов. Готували компости в модельних умовах, за вихідного відношення вуглецю до азоту 25 та вологості 65 %. Зрілість компостів оцінювали візуально та контролем токсичності за методом біотестування на насінні крес-салату (*Lepidium sativum* L.).

Інструментальні дослідження виконували на спектрометрі: Agilent Technologies Cary 630 з Фур'є перетворенням за допомогою приставки Diffuse Reflectance (спектри дифузного відбиття). Для інтерпретації даних спектрів використовували показник характеристичних мінімумів (максимуми поглинання за певної довжини хвилі). Інтенсивність поглинання характеристичних спектрів визначали за коефіцієнтом поглинання K:

¹ Науковий керівник роботи – доктор с.-г. наук Є.В. Скрильник

$$K = (A / R) * B,$$

де А – інтенсивність поглинання визначеної довжини хвилі (см^{-1});

Р – роздільна здатність за довжини хвилі 4 см^{-1} ;

В – масштаб фонового сканування ($B = 50$).

Результати та їх обговорення. У всіх досліджуваних ІЧ-спектрах спостерігаються характерні для гумусових речовин смуги поглинання (рис. 1-3). Так, виявлено присутність карбоксильних і карбонільних груп ($1720\text{-}1700 \text{ см}^{-1}$), ефірного кисню (1650 см^{-1}), CH-CH_2 -груп (2930 см^{-1} , 2860 см^{-1}), ненасичених та ароматичних C=C зв'язків (1600 см^{-1}). В області $3500\text{-}3300 \text{ см}^{-1}$ проявляються валентні коливання гідроксильних груп.

Виявлено, що у процесі біоконверсії гумусоподібні речовини осаdів стічних вод зазнають трансформації: зменшується інтенсивність поглинання частини аліфатичних структур і зростає інтенсивність смуг поглинання, що характеризують основні структурні компоненти ГК – ароматичне ядро (1625 см^{-1}) і карбоксильні групи ($1730\text{-}1240 \text{ см}^{-1}$).

Для всіх спектрів характерно інтенсивне поглинання в області 3400 см^{-1} і 3200 см^{-1} , що, на думку дослідників [2], обумовлено присутністю -OH і -C=NH груп і міжмолекулярними водневими зв'язками. Поглинання в області $2920\text{-}2370 \text{ см}^{-1}$ вказує на участь аліфатичних -CH угруповань.

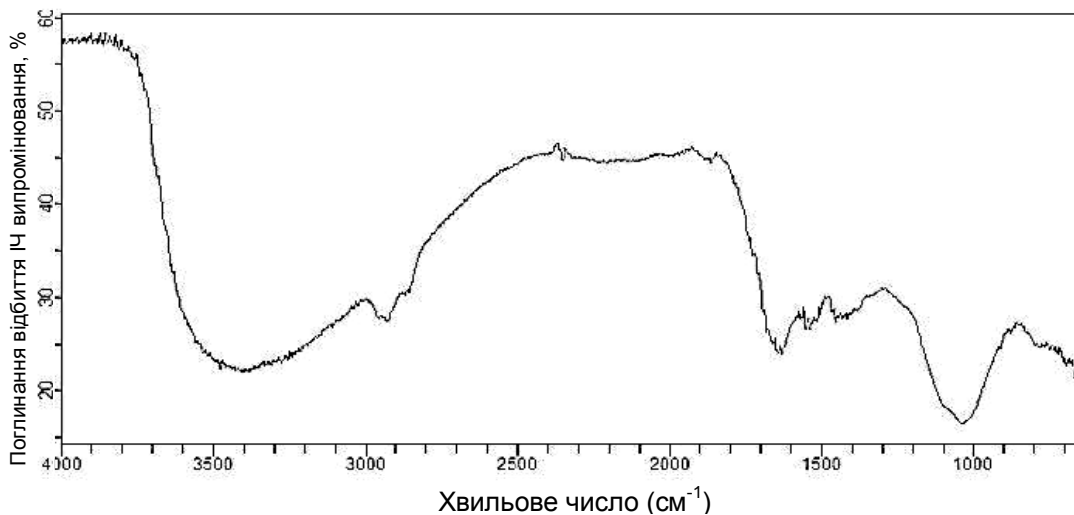


Рис. 1. ІЧ-спектр неперероблених ОСВ

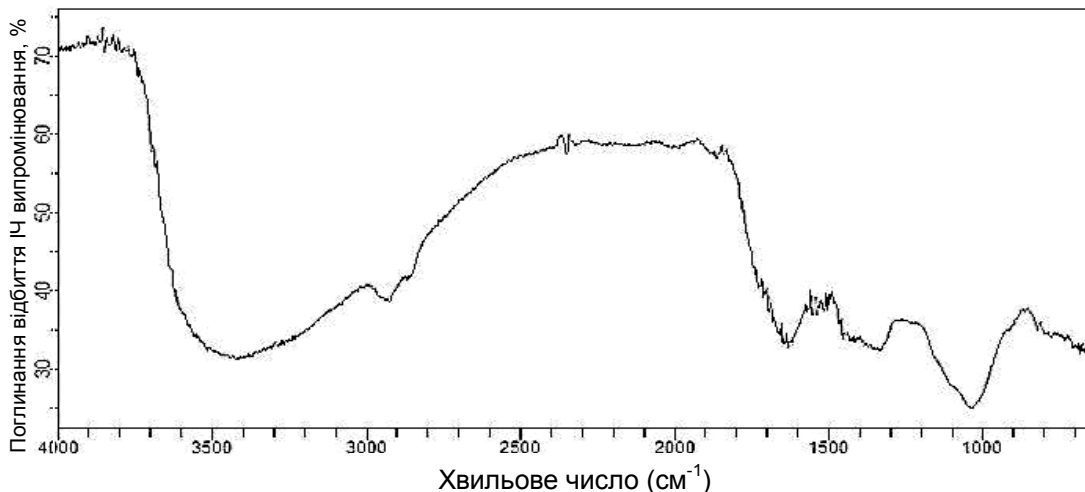


Рис. 2. ІЧ-спектр аеробно-переробленого компосту з листям

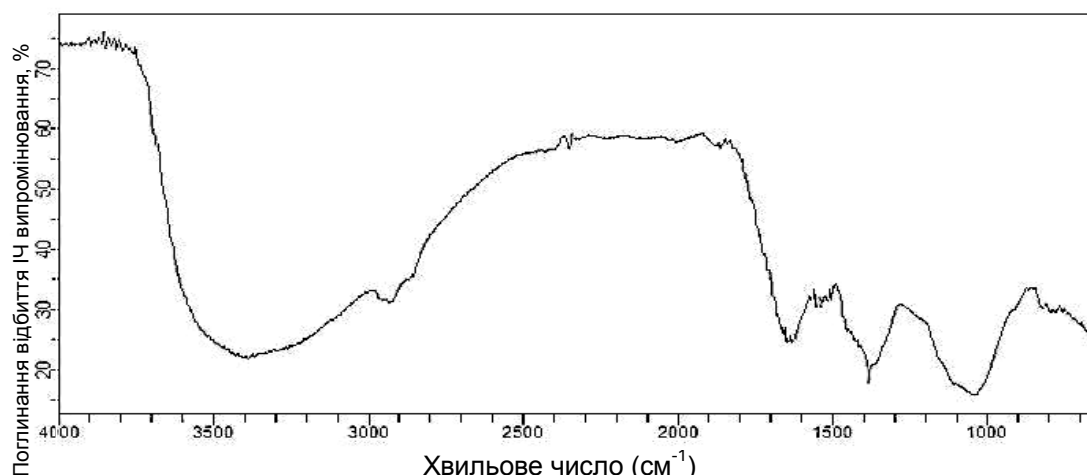


Рис. 3. ІЧ-спектр анаеробно-переробленого компосту з листям

Ароматична природа гумусоподібних речовин виявляється за максимумом поглинання за довжини хвилі 1600 см^{-1} , що викликано валентними коливаннями сполучених вуглецевих зв'язків. Карбоксильні функціональні групи в полісахаридних компонентах визначаються хвильовими числами 1030 см^{-1} . В цілому, гумусоподібні речовини компостів є більш зрілими сполуками, з більш різноманітною азотистою частиною, порівняно з непереробленими ОСВ.

Судячи з інтенсивності смуг поглинання домінують ароматичні структури, але при цьому помітну роль відіграють і різні аліфатичні компоненти, що містять кисень- і азотугруповання.

Участь структурних елементів у будові макромолекули гумінової кислоти визначається за показниками відношення коефіцієнтів поглинання характеристичних спектрів [3]. Величини коефіцієнтів поглинання та їх співвідношення свідчать про менш досконалу структуру гумусоподібних речовин аеробно-перероблених компостів (табл. 1).

1. Характеристика ІЧ-спектрів компостів на основі ОСВ

Зразок	K_{2950}^1	K_{1710}^2	K_{1620}^3	K_{2950} / K_{1710}	K_{2950} / K_{1620}	K_{1710} / K_{1620}
Контроль (ОСВ)	0,140	0,195	0,125	0,718	1,120	1,560
Аеробно-перероблені компости						
ОСВ + солома	0,195	0,205	0,170	1,147	0,950	1,205
ОСВ + листя	0,215	0,225	0,200	0,956	1,075	1,125
ОСВ + тирса	0,196	0,200	0,170	0,980	1,153	1,176
Анаеробно-перероблені компости						
ОСВ + солома	0,155	0,145	0,110	1,060	1,409	1,310
ОСВ + листя	0,210	0,225	0,205	0,933	1,024	1,090
ОСВ + тирса	0,200	0,215	0,195	0,930	1,020	1,103

Примітки. ¹ – К за довжиною хвилі 2950 см^{-1} свідчить про ступінь аліфатичності;

² – К за довжиною хвилі 1710 см^{-1} свідчить про ступінь карбоксильності;

³ – К за довжиною хвилі 1620 см^{-1} свідчить про ступінь ароматичності

Компости з соломою і тирсою характеризуються подібними значеннями коефіцієнтів поглинання структурних компонентів, особливо аліфатичних структур і кислотних функціональних груп (COOH-групи). Своєю чергою, гумусоподібні речовини компостів з листям мають більш розвинену ароматичну частину, порівняно з варіантами біоконверсії ОСВ разом з соломою і тирсою, про що свідчить підвищення коефіцієнтів поглинання за довжини хвилі 1620 см^{-1} . Цікава особливість спостерігається у характеристичних спектрах поглинання анаеробно-перероблених компостів з соломою та тирсою. Так, отримані дані свідчать про більш високу ароматичність гумусоподібних речовин компостів, вироблених в умовах дефіциту кисню.

Висновки. Органічна речовина компостів є гетерогенною полідисперсною системою; вона містить стабільні гумусоподібні речовини, що обумовлює їх цінність для потенційного гумусонакопичення у ґрунтах. Встановлено, що у процесі біоконверсії утворилися більш структурно збалансовані, у хімічному розумінні, гумусоподібні речовини. Найкращі характеристики таких речовин спостерігали за компостування ОСВ разом з листям. Виявлено, що компостування в аеробних умовах сприяє накопиченню сполук аліфатичної природи у готовому продукті. Найбільш досконала структура гумусоподібних речовин характерна для анаеробно-перероблених компостів.

Подяка. Висловлюємо щиру вдячність співробітнику факультету органічної хімії ХНУ ім. В.Н. Каразіна Наталії Чечиній за проведення зйомки ІЧ-спектрів.

Список використаної літератури

1. Скрильник Є.В. Удосконалення методів екстрагування гумусових речовин з органічних добрив / Є.В. Скрильник О.О. Бацула, К.С. Карпач // Вісник ХДАУ. – Серія „Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство”. – 2000. – № 1. – С. 48–53.
2. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.
3. *Comparative study on humic substances isolated in thermal groundwaters from deep aquifers below 700 m* / A. Kovács, Cs. Gáspár, P. Sajgó [and other] // *Geochemical journal*. – 2012. – №1. – P. 211-225
4. Hsu J.H. Chemical and spectroscopic analysis of organic matter transformation during composting of pig manure / J.H. Hsu, S.-L. Lo // *Environmental Pollution*. – 1999. – № 104. – P. 189-196.
5. Никовская Г.Н. Биотехнология утилизации осадков муниципальных сточных вод / Г.Н. Никовская, К.В. Калиниченко // *Biotechnologia Acta*. – 2014. – № 3. – С. 21-32.
6. Chen Y. Formation and properties of humic substance originating from composts / Y. Chen, B. Chefetz, Y. Hadar // *The Science of Composting*. – Glasgow: Blackie Academic & Professional, 1996. – P. 382-393.
7. *Organic matter transformation during composting of municipal solid waste* / Y. Chen, B. Chefetz, F. Adani [and other] // *The Role of Humic Substances in The Environmental Protection.*, Wroclaw : PTSH, 1998. – P. 795-804.
8. Белл Р. Дж. Введение в Фурье – спектроскопию / Р. Дж. Белл. – М.: Мир, 1975. – 382 с.
9. Орлов Д.С. Инфракрасные спектры поглощения гуминовых кислот / Д.С. Орлов, Щ.Н. Розанова, С.Г. Матюхина // *Почвоведение*. – 1962. – №1. – С. 17-21.
10. Степанов И.С. О расшифровке инфракрасных спектров почв / И.С. Степанов // *Почвоведение*. – 1974. – № 6. – С. 76-88.
11. Stevenson F.J. Humus chemistry: genesis, composition, reactions / F.J. Stevenson. – New York: Wiley, 1994. – 512 p.
12. Нестерова О.В. Характеристика гуминовых кислот буроземов юга Сихотэ-Алиня по данным элементного анализа и ИК-спектрометрии (на примере Уссурийского заповедника) / О.В. Нестерова, В.А. Семаль // *Вестник КрасГАУ*. – 2009. – № 10. – С. 29-35

Стаття надійшла до редколегії 18.05.2015

ORGANIC MATTER TRANSFORMATION OF COMPOSTS DURING BIOCONVERSION ACCORDING TO IR-SPECTROSCOPY

Viktoriia Hetmanenko, Maksim Papirny

NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky»
(vg.issar@gmail.com)

The purpose of our research was to investigate features of organic matter transformation of compost during aerobic and anaerobic bioconversion according to IR-spectroscopy. IR-spectra of products of compliant bioconversion of sewage sludge (SS) with various materials (straw, leaves, sawdust) were analyzed. Instrumental research was conducted by spectrometer Agilent Technologies Cary 630 with Diffuse Reflectance adaptor. IR spectra of composts are characterized by typical for humic substances absorption spectra. According to absorption spectra intensity aromatic structures are prevail in compost organic matter, but various aliphatic components have significant part. During bioconversion more structurally balanced humus compounds were formed. Best properties were observed for compliant bioconversion of SS with leaves. Aerobic composting conduce accumulation of aliphatic compounds in composts. The most perfect structure of humic substances was observed in anaerobic-processed composts.

Key words: *infrared spectroscopy; humic substances; compost.*

УДК 631.8:631.445

ВПЛИВ АГРОХІМІЧНОГО ФОНУ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ТА БЕЗПОСЕРЕДНЬО ВНЕСЕНИХ ДОБРИВ НА МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН ГРЕЧКИ¹

Я.С. Філімончук

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

(yaroslava.filimonchuk@mail.ru)

В умовах модельного вегетаційного експерименту дослідили особливості динаміки засвоєння рослинами гречки основних елементів живлення із добрив та вплив удобрення на формування зеленої маси рослин і винос ними поживних елементів. Рослини вирощували на трьох штучно створених у полі (шляхом багаторічного запасного та систематичного внесення органічних і мінеральних добрив) агрохімічних фонах, на яких в умовах вегетаційного експерименту безпосередньо внесено добрива (п'ять варіантів). Досліджували особливості поглинання та виводу азоту і фосфору рослинами гречки протягом вегетації. Найбільш інтенсивне поглинання азоту констатували у варіантах із безпосереднім внесенням азотних добрив (N_{90} , $N_{90}P_{90}$ і $N_{90}P_{90}K_{90}$), а на зміни вмісту фосфору в зеленій масі рослин найбільше впливало застосування фосфорного добрива (P_{90}).

Ключові слова: добрива, чорнозем типовий, агрохімічний фон, азот, фосфор, онтогенез рослин гречки.

Вступ. Оцінити рівень мінерального живлення посівів можна лише використовуючи, поряд з ґрунтовими критеріями, показники рослинної діагностики [1]. Знання основних закономірностей живлення рослин дозволяють регулювати їх поживний режим. Контролюючи хімічний склад речовин, які надходять в рослини, їх кількість і час надходження, можна підвищити врожай, підсилити ріст, поліпшити хімічний склад та якість вирощеної продукції, а також підвищити стійкість рослин до несприятливих зовнішніх умов.

Особливості мінерального живлення гречки, як і будь-якої культури, зумовлюються її біологічними характеристиками, будовою і фізіологічною активністю кореневої системи, характером формування врожаю, рівномірністю споживання поживних речовин протягом вегетації [2].

Гречка добре росте на різних ґрунтах, але краще на родючих і окультурених. Це є наслідком того, що за масою кореневої системи в одиниці об'єму ґрунту гречка значно поступається іншим культурам (пшениці в 2,4, ячменю – в 1,6 раза). Разом з тим коренева система гречки має високу фізіологічну здатність поглинання поживних речовин, особливо фосфору. Поглинальна здатність її вище в середньому в 4 рази, ніж у злакових культур. За добу корені гречки засвоюють від 33,8 до 38,8 мг поживних елементів на 1 г коренів, тоді, як коріння ярої пшениці – 14,5, ячменю – 7,0, а озимої пшениці – 4,9 мг/г. З усіх польових культур гречка має найвищу здатність до синтезу органічних кислот – 7,01 мг кислот на 1 г сухої речовини, а, наприклад, кукурудза – 1,04 мг. Вона здатна засвоювати з ґрунту важко розчинні речовини, особливо фосфорні сполуки, завдяки виділення через коріння мурашиної, оцтової та щавлевої кислот [3].

На думку більшості дослідників, серед основних елементів живлення рослин пріоритетна роль належить азоту [4, 5]. За його нестачі рослини погано ростуть і розвиваються, що веде до формування низького врожаю з незадовільними показниками якості [6, 7].

Метою нашої роботи було дослідити вплив агрохімічного фону чорнозему типового на мінеральне живлення рослин гречки протягом вегетації в умовах модельного вегетаційного експерименту.

Об'єкти і методи досліджень. Ґрунтову масу для закладки вегетаційного дослідів відбирали у 2011 р. на ділянках польового довготривалого стаціонарного

¹ Науковий керівник – доктор с.-г. наук, академік НААН, професор Б.С. Носко

досліді ННЦ «ІГА імені О.Н.Соколовського», який знаходиться у с. Комунар Харківського району, Харківської області. Історію стаціонарного досліді добре задокументовано і неодноразово описано [8]. Ґрунт – чорнозем типовий важкосуглинковий середньогумусний на лесоподібному суглинку. На ділянках, де з шару 0-25 см відбирали ґрунтову масу на вегетаційний дослід, на той час були створені певні агрохімічні фони (АФ). Хімічну характеристику ґрунту дано у табл. 1

1. Агрохімічна характеристика чорнозему типового на різних агрохімічних фонах

Агрохімічний фон (АФ)	Показники				
	Вміст гумусу, %	pH _{KCl}	N _{мін}	P ₂ O ₅	K ₂ O
мг/100 г ґрунту					
АФ-1 – Гній 140 т/га (післядія з 1995 року, з гноєм у ґрунт було внесено таку загальну кількість поживних елементів –N ₅₉₀ P ₂₈₀ K ₇₀₀)	4,4	4,5	1,0	6,1	11,7
АФ-2 – Гній 140 т/га + мінеральні добрива P ₁₂₀₀ (в запас, післядія з 1983 року, всього внесено N ₅₉₀ P ₁₄₈₀ K ₇₀₀)	3,5	5,5	1,1	9,3	10,2
АФ-3 – Гній 140 т/га + мінеральні добрива N ₁₂₀₀ P ₁₂₀₀ K ₁₂₀₀ (в запас, післядія з 1983 року) + 1NPK (щорічно одинарна доза мінеральних добрив під культури сівозміни, післядія з 2011 року, всього внесено N ₃₁₃₀ P ₂₈₂₀ K ₃₀₃₀)	3,9	4,5	1,9	14,9	14,2
HIP ₀₅	0,2	0,1	0,1	1,1	2,6

Отже, в полі було взято три проби ґрунту з трьох ділянок. Із кожної проби у вегетаційних умовах створили п'ять варіантів досліді, суттю яких були різні комбінації мінеральних добрив (доза відповідає «гектарній нормі»): 1. Контроль (без добрив), 2. N₉₀, 3. P₉₀, 4. N₉₀P₉₀, 5. N₉₀P₉₀K₉₀. Така схема вегетаційного досліді дозволяє визначити ефективність «свіжого» внесення різних видів туків на кожному агрохімічному фоні.

Дослід закладено у вегетаційних посудинах ємністю 5,0 дм³. Ґрунтову масу, привезену з поля, висушили, просіяли через сито 3,0 мм і перед закладанням у посудину наважку 5 000 г змішали з мінеральними добривами. Повторність досліді – трикратна. Тривалість досліді – від вересня до жовтня 2012 р. за цей час проби рослинної маси гречки відбирали на аналізування 3 рази у таких фенологічних фазах– сходи, гілкування та цвітіння.

У рослинних зразках визначали вміст азоту і фосфору методом мокрого озолення в одній наважці рослинного матеріалу [9].

Аналіз результатів досліджень. Було виявлено, що вміст азоту в тканинах рослин гречки змінюється протягом періоду вегетації таким чином. У фазу сходів концентрація азоту за варіантами досліді варіювала в межах від 4,0 до 5,3 %, у фазу гілкування – від 3,1 до 5,0 %, у фазу цвітіння – від 1,6 до 3,2 % (табл.2).

Серед досліджуваних агрохімічних фонів найбільш інтенсивне поглинання азоту у фазу сходів гречки спостерігали на фоні гній 140 т/га + P₁₂₀₀ (АФ-2), вміст азоту збільшився на 12 і 14 % порівняно з гноєвим фоном і фоном із внесенням повного мінерального добрива в запас і систематично. За умов безпосереднього («свіжого») внесення добрив, згідно з варіантами вегетаційного досліді, у фазу сходів найбільшу кількість азоту рослини гречки поглинули із ґрунту на агрохімічному фоні АФ-3 і саме на тому варіанті, де вносили азотне добриво разом із фосфорним (вар. N₉₀P₉₀) – 5,3 %.

У фазу гілкування не було виявлено різниці у поглинанні азоту рослинами, залежно від агрохімічного фону. Про це свідчить однаковість вмісту азоту в зеленій масі рослин із трьох контрольних (неудобрених) варіантів досліді. Концентрація ж азоту в тканинах рослин гречки на удобрених варіантах була майже такою, як у фазу сходів, і меншою лише на варіанті, де азотних добрив не вносили (вар. P₉₀).

2. Вплив мінеральних добрив на вміст азоту і фосфору у біомасі гречки

Варіант	Вміст N і P в рослинах, % на суху масу						Винос N і P зеленою масою, г/посудину		Зелена маса рослин, г/посудину
	фаза сходи		фаза гілкування		фаза цвітіння				
	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	
АФ-1(Гній 140 т/га)									
контроль	4,3	0,9	3,9	0,7	2,3	0,8	7,8	2,7	31
N ₉₀	4,6	1,0	4,8	0,8	3,1	0,7	14,9	3,4	44
P ₉₀	4,5	1,2	4,1	1,1	1,8	1,1	6,5	4,0	33
N ₉₀ P ₉₀	4,4	1,2	5,0	0,9	3,0	0,9	15,0	4,5	45
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	4,6	1,3	4,5	0,9	3,0	0,9	17,1	5,1	52
АФ-2 (Гній 140 т/га + P ₁₂₀₀)									
контроль	4,0	1,2	3,7	1,1	2,1	1,1	7,1	3,7	31
N ₉₀	4,9	1,2	4,7	1,1	2,3	0,8	12,0	4,2	48
P ₉₀	4,2	1,6	3,6	1,4	2,1	1,5	7,6	5,4	33
N ₉₀ P ₉₀	4,3	1,5	4,9	1,3	2,4	1,1	13,4	6,2	51
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	4,5	1,4	5,0	1,4	2,0	1,1	12,4	6,8	56
АФ-3 (Гній 140 т/га + N ₁₂₀₀ P ₁₂₀₀ K ₁₂₀₀ + 1NPK)									
контроль	4,2	1,6	4,0	1,4	1,6	1,3	6,4	5,6	37
N ₉₀	4,7	1,8	4,7	1,3	2,5	1,2	12,6	6,0	46
P ₉₀	4,6	2,0	3,1	1,8	2,4	1,7	10,6	7,5	40
N ₉₀ P ₉₀	5,3	1,8	4,1	1,5	2,6	1,3	16,0	8,0	56
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	4,5	1,9	3,8	1,7	3,2	1,3	20,8	8,5	59
НСП ₀₅	0,18	0,09	0,29	0,06	0,16	0,05	-	-	2,8

У фазу цвітіння гречки спостерігалось зменшення концентрації азоту в сухій речовині (порівняно з попередніми фазами), що пов'язано з фізіологічними особливостями рослин. У цю фенологічну фазу, найбільш активно рослини гречки поглинали азот на АФ-3 у варіантах N₉₀P₉₀ і N₉₀P₉₀K₉₀. Тут концентрація азоту в тканинах рослин достовірно збільшилася на 63 і 100 % відносно контрольного варіанту. І саме в цих варіантах на АФ-3 виявлено найвищий винос маси азоту – 16,0 і 20,8 г/посудину відповідно. Поглинання ж азоту на варіантах, де внесено лише азотне добриво було меншим, хоча, звичайно, більшим, порівняно з контролем і варіантом з фосфорним удобренням.

Не менш важливим у діагностиці мінерального живлення рослин є визначення вмісту фосфору у гречці. Концентрація фосфору в рослинах гречки протягом вегетації зростала на всіх агрохімічних фонах і на всіх удобрених варіантах відносно контрольних варіантів. За результатами вегетаційного дослідження найефективнішою визнано дію фону АФ-3. Саме на цьому фоні протягом вегетаційного періоду на варіантах N₉₀P₉₀ і N₉₀P₉₀K₉₀ було виявлено найвищу концентрацію фосфору в тканинах рослин, що становить: у фазу сходів – 1,8 і 1,9 %, гілкування – 1,5 і 1,7 %, цвітіння – 1,7 і 1,9 %. На цих варіантах констатовано максимальний врожай зеленої маси гречки (56 і 59 г/посудину) і найбільший винос фосфору рослинами (8,0 і 8,5 г на посудину).

Висновки. Дослідженнями у вегетаційному досліді доведено, що поглинання рослинами гречки азоту стимулюється не лише внесенням азотних добрив, але й удобренням фосфором і не залежить від агрохімічного фону, створеного багаторічним удобренням у полі. Щодо поглинання та виносу фосфору, найефективнішим був варіант з чистим фосфорним добривом. Найбільший урожай зеленої маси гречки прогнозовано виростили на найбільш удобрених варіантах і фонах.

Список використаної літератури

1. Никитишен В.И. Оптимизация минерального питания растений / В.И. Никитишен// Земледелие. - 1985. - №10. - С.7-10.
2. Єфіменко Д.Я. Гречка і просо в інтенсивних сівозмінах / Д.Я. Єфіменко, І.В. Яшовський.- К.: Урожай, 1992. – 168 с.

3. Ефименко Д.Я. Гречиха / Д.Я. Ефименко, Г.И. Барабаш. – М.: Агропромиздат, 1990. – 192 с.
4. Аверчев Ю.В. Ефективність способу обробітку ґрунту і застосування добрив під гречку на зрошуваних землях півдня України// Таврійський науковий вісник. Вип. 16. - Херсон, 2000. - С. 48-53.
5. Семененко Н.Н. Баланс азота удобрення / Н.Н. Семененко // Земледелие. - 1999. - №1. - С. 43.
6. Лісовал А.П. Вплив добрив на формування балансу азоту і калію в зерново-буряковій сівозміні на лучно-чорноземному карбонатному ґрунті Лісостепу України/ А.П. Лісовал, І.У. Марчук, Л.А. Яценко, Н.Я. Яригіна, В.М. Макаренко // Вісник ХНАУ. – 2002. – № 1. – С. 23-27.
7. Якименко В.М. Вплив умов вирощування сільськогосподарських культур на їх урожайність та використання елементів живлення/ В.М. Якименко, Л.А. Барнштейн, І.С. Шкаредний// Збірник наукових праць ІЦБ УААН, 2000. – Вип. 2. – Кн. 2. – С. 58-65.
8. Носко Б.С. К вопросу об использовании искусственных агрохимических фонов при изучении эффективности удобрений / Носко Б.С. // Агрохимия. – 1975. – №6. – С. 76-82.
9. Рослини. Визначення загальних форм азоту, фосфору, калію в одній наважці рослинного матеріалу: МВВ 31-497058-019-2005.

Стаття надійшла до редколегії 18.05.2015

EFFECT OF AGROCHEMICAL BACKGROUND OF CHERNOZEM TYPICAL AND FERTILIZERS ON MINERAL NUTRITION OF BUCKWHEAT PLANTS

Ya.S. Filimonchuk

NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky»
(yaroslava.filimonchuk@mail.ru)

Knowledge of the basic regularities of plant nutrition allows regulating their nutritional profile. By changing the chemical composition of substances that are supplied in the plants, their number and time, it is possible to increase yield, enhance growth, improve the chemical composition and quality of the resulting products and increase plant resistance to adverse environmental conditions. In this context, the aim of our study was to investigate the influence of agrochemical background of chernozem typical on mineral nutrition of buckwheat plants in the main phases of ontogenesis in the conditions of growing experience. *Methods.* After growing experiment in plant samples were determined nitrogen and phosphorus by wet ashing. *Results.* It was determined by research that on all investigated agrochemical backgrounds the most intense absorption of nitrogen was observed at variants of nitrogen fertilizer application (var. N_{90} , $N_{90}P_{90}$ and $N_{90}P_{90}K_{90}$). Mineral fertilizers on agrochemical backgrounds played a significant role in changing the phosphorus content in buckwheat plants during the growing season, but the greatest impact was the application of phosphorus fertilizer (var. P_{90}), which increased the accumulation of macronutrients in the green mass. It was found that the largest increase in yield of buckwheat green mass, which amounted to 81% (compared to control), defined in option $N_{90}P_{90}K_{90}$ on the agrochemical background with the application of phosphate fertilizers in stock. *Conclusions.* The data indicate positive impact effect of agrochemical background on mineral nutrition of buckwheat plants by the effect of recent application fertilizer.

Key words: fertilizers; chernozem typical; agrochemical background; nitrogen; phosphorus; ontogeny of buckwheat plants.

УДК 631.442 : 631.82 /.85 : 633.16

ЗМІНА ВМІСТУ ЛУЖНОГІДРОЛІЗОВАНОГО АЗОТУ В ТЕМНО-СІРОМУ ОПІДЗОЛЕНОМУ ҐРУНТІ ПІД ВПЛИВОМ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО¹

Н.І. Вега

Львівський національний аграрний університет,
(vega_natali@ukr.net)

Дослідження проводили з метою визначення впливу різних доз мінеральних добрив на зміну вмісту лужногідролізованих форм азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті за вирощування ячменю ярого. Об'єктом досліджень були біохімічні процеси, пов'язані з утворенням азоту в темно-сірому

¹ Науковий керівник – доктор с.-г. наук В.І. Лопушняк

опідзоленому ґрунті Західного Лісостепу та характер їх змін під впливом мінеральної системи удобрення ячменю ярого. Дослідження супроводжувалися закладкою польового досліду за двофакторною схемою, де фактором А виступала мінеральна система удобрення, фактором В – позакореневі підживлення рослин. Дворічні результати досліджень показали, що застосування мінеральних добрив позитивно впливає на динаміку вмісту лужногідролізованого азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного Лісостепу за вирощування ячменю. Встановлено, що у варіантах із внесенням $N_{60}P_{45}K_{45}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ створюються сприятливі умови для азотного живлення ячменю, де вміст у ґрунті (шар 0-20 см) лужногідролізованого азоту був більшим, відносно неудобреного варіанту, на 42-43 та 50-55 мг/кг ґрунту відповідно. Коливання обумовлені фазою розвитку рослин.

Ключові слова: лужногідролізований азот; темно-сірий опідзолений ґрунт; норма мінеральних добрив; позакореневе підживлення; ячмінь ярий.

Вступ. Кругообіг процесів акумуляції, трансформації і засвоєння елементів мінерального живлення рослинами формує поживний режим ґрунту, що здійснює безпосередній вплив на забезпеченість ґрунту кожним елементом [1; 2].

Ячмінь ярий потребує високого рівня удобрення. В системі його живлення провідне місце належить азоту. В складі сухої речовини рослин ячменю міститься 1-3 % азоту, у білках – 16-18 %, адже інтенсивність синтезу білків і азотистих сполук корелює із забезпеченістю рослин азотом [3].

Встановлено, що рослини найактивніше засвоюють поживні речовини в період інтенсивного росту. Проте, в проміжку часу до настання цього періоду у ґрунті відбуваються процеси, пов'язані з перетворенням елементів живлення [4].

Внаслідок посилення інтенсифікації землеробства, яка супроводжується застосуванням пестицидів, а також включає використання мінеральних добрив, можливими є небажані трансформаційні процеси у ґрунті. Тому важливо забезпечити управління будь-якими змінами в біохімічному складі ґрунту шляхом виявлення закономірностей впливу мінеральних добрив [5].

Відомо, що процеси безпосередньої взаємодії мінеральних добрив із ґрунтом відбуваються з певною швидкістю і мають чітко виражений локальний характер [5]. З кожним урожаєм рослини виносять із ґрунту значну кількість азоту та зольних елементів, і якщо ці витрати не компенсуються внесенням добрив, то поступово знижується вміст елементу в ґрунті, що знижує рівень ефективної родючості [6; 7].

У зв'язку з цим, регулювання азотного режиму в темно-сірому опідзоленому ґрунті за вирощування ячменю ярого є важливою умовою створення бездефіцитного балансу азоту і, як наслідок, забезпечення оптимального азотного живлення культури.

Мета роботи – дослідити особливості впливу різних норм мінеральних добрив на зміну вмісту лужногідролізованого азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті за вирощування ячменю ярого.

Об'єкти і методи досліджень. Об'єктом досліджень є біохімічні процеси, пов'язані з утворенням лужногідролізованих форм азоту в ґрунті та характер їх змін під впливом мінеральної системи удобрення ячменю ярого.

Дослідження проводили у 2013-2014 роках на дослідному полі кафедри агрохімії та ґрунтознавства Львівського національного аграрного університету. Дослідне поле розміщено у сел. Оброшине, Львівського району Львівської області, на території Західної провінції Лісостепу. Ґрунт – темно-сірий опідзолений середньосуглинковий. Вміст лужногідролізованого азоту в ґрунті у шарі 0-20 см становить 91 мг/кг ґрунту, у шарах 20-40 та 40-60 – відповідно 80 та 71 мг/кг ґрунту. Схема досліду включає два фактори. Фактор А – дози мінеральних добрив, розкрито такими варіантами: 1 – Без добрив (контроль); 2 – $N_{15}P_{15}K_{15}$; 3 – $N_{30}P_{15}K_{15}$; 4 – $N_{45}P_{15}K_{15}$; 5 – $N_{30}P_{30}K_{30}$; 6 – $N_{45}P_{30}K_{30}$; 7 – $N_{60}P_{30}K_{30}$; 8 – $N_{45}P_{45}K_{45}$; 9 – $N_{60}P_{45}K_{45}$; 10 –

$N_{60}P_{60}K_{60}$; фактор В – позакореневе підживлення препаратами органічного походження: Фортігрейн Фоліар, Гуміфілд+Фульвітал Плюс, Фрея-Аква. З мінеральних добрив вносили аміачну селітру (34 % д. р.) та нітроаммофоску (15 % д. р.), позакореневі підживлення здійснювали згідно з рекомендаціями виробництва.

Визначення вмісту лужногідролізованих форм азоту у зразках ґрунту виконували за методом Корнфільда у науково-дослідній агрохімічній лабораторії кафедри. Проби ґрунту відбирали два рази – у фазі кушіння та повної стиглості ячменю ярого у шарах 0-20, 20-40 та 40-60 см.

Аналіз результатів досліджень. Результати досліджень показали, що застосування мінеральних добрив під ячмінь ярий на темно-сірому опідзоленому ґрунті сприяє підвищенню вмісту лужногідролізованого азоту.

Згідно з даними, узагальненими за два роки досліджень (табл. 1), найменший вміст азоту виявлено на неудобреному фоні. У шарі ґрунту 0-20 см у фазі кушіння він становив 87 мг/кг ґрунту.

1. Вміст лужногідролізованого азоту у ґрунті на різноудобренних ділянках досліді (середнє за 2013 і 2014 рр.)

Варіант досліді		Вміст азоту, мг/кг ґрунту		
		0-20 см	20-40 см	40-60 см
0	Перед закладкою досліді	91	80	71
1	Без добрив (контроль)	87	74	67
5	$N_{30}P_{30}K_{30}$	104	95	77
6	$N_{45}P_{30}K_{30}$	115	100	80
7	$N_{60}P_{30}K_{30}$	125	115	102
8	$N_{45}P_{45}K_{45}$	120	106	88
9	$N_{60}P_{45}K_{45}$	130	121	106
10	$N_{60}P_{60}K_{60}$	142	128	118
H1P05		4,91 - 4,11	4,54 - 2,80	3,80 - 3,12

Внаслідок внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ (варіант 5) і $N_{45}P_{30}K_{30}$ (в. 6) вміст лужногідролізованого азоту збільшився відповідно до 104 та 115 мг/кг ґрунту. Подальше підвищення норм мінеральних добрив викликало зростання вмісту азоту. Проте, у фазі кушіння вміст був найвищим у варіанті з використанням $N_{60}P_{45}K_{45}$, (в. 9) де становив 130 мг/кг ґрунту та $N_{60}P_{60}K_{60}$ (в. 10) – 142 мг/кг ґрунту у верхньому досліджуваному шарі. У більш глибоких шарах ґрунту – 20-40 та 40-60 см вміст азоту поступово знижувався.

Впродовж вегетації ячменю ярого, зокрема, в період від кушіння до повної стиглості, також спостерігали тенденцію до зниження вмісту лужногідролізованого азоту у ґрунті (рис. 1).

Залежно від варіанту вміст азоту у шарі 0-20 см без підживлень коливався у межах 67-117 мг/кг ґрунту. На нашу думку, це зумовлено підвищенням ступеня засвоєння азоту в період наростання вегетативної маси ячменю ярого, а також активізацією процесів його мінералізації.

Позакореневе підживлення практично не впливало на вміст лужногідролізованого азоту в ґрунті. Значення показника знаходилися на рівні фону – без проведення підживлень.

Кореляційний аналіз результатів визначень у фазу кушіння показав, що між нормами внесення мінеральних добрив та вмістом лужногідролізованих форм азоту в ґрунті існує тісний зв'язок (табл. 2).

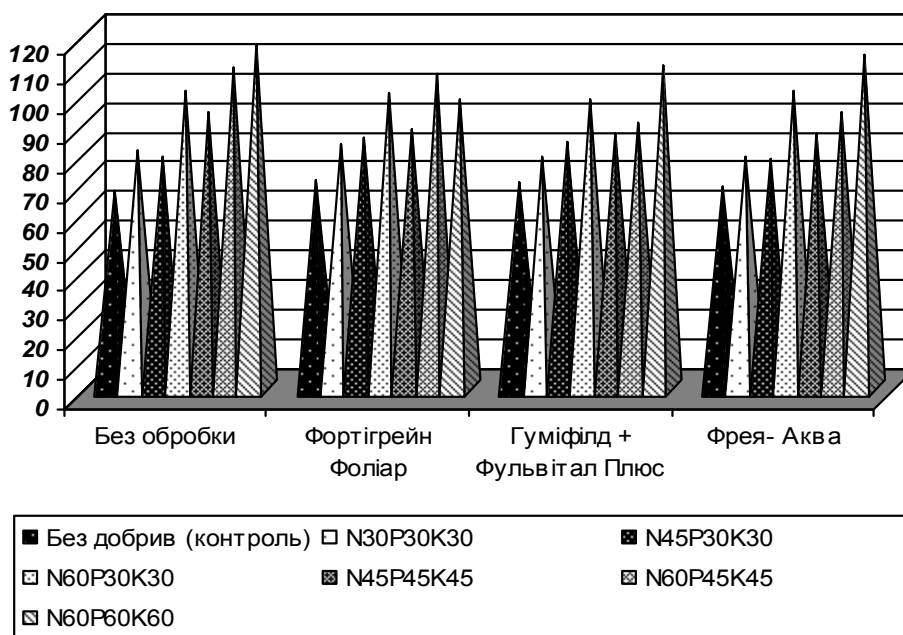


Рис. 1. Вміст у ґрунті лужногідролізованого азоту (шар 0-20 см) у фазу повної стиглості ячменю залежно від норм внесення мінеральних добрив та проведення позакорневих підживлень

2. Кореляційний зв'язок між нормами мінеральних добрив і вмістом лужногідролізованого азоту в фазу куціння (середнє за 2013-2014 рр.)

Коефіцієнт кореляції (r) для різних шарів ґрунту		
0-20 см	20-40 см	40-60 см
0,969	0,963	0,880

Отже, найтіснішим є зв'язок вмісту азоту з нормами добрив у шарі ґрунту 0-20 см. З глибиною зв'язок послаблюється, на що вказують більш низькі коефіцієнти кореляції.

Згідно з результатами досліджень параметри вмісту досліджуваних форм азоту у варіантах 2, 3 і 4, де внесено $N_{15}P_{15}K_{15}$, $N_{30}P_{15}K_{15}$ і $N_{45}P_{15}K_{15}$, істотно не відрізнялися, порівняно з контрольним варіантом. У зв'язку з цим, зазначені дані не включено в матеріал статті.

Висновки. Дослідження показали, що застосування мінеральних добрив позитивно впливає на зміну вмісту лужногідролізованих форм азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті за вирощування ячменю. Проведення позакорневих підживлень не впливало на вміст азоту.

Список використаної літератури

1. Минеев В.Г. Изменение свойств дерново-подзолистой почвы и ее микробоценоза при интенсивном антропогенном воздействии / [В.Г. Минеев, Н.Ф. Гомонова, Г.М. Зенова, И.Н. Скворцова] // Почвоведение. – 1999. – № 4. – С. 455-460.
2. Wani S.P. Soil N dynamics and N yield of barley grown on Breton loam using N from biological fixation or fertilizer / S.P. Wani, W.B. McGill, J.A. Robertson // Biol. Fertil. Soils. – 1991. – V. 12. – P. 10-18.
3. Лень О.І. Забезпеченість рослин ячменю ярого основними елементами живлення залежно від варіантів удобрення / О.І. Лень // Вісник Полтавської державної академії. – 2010. – № 4. – С. 182-185.
4. Мязин Н.Г. Система удобрения: учебное пособие / Н.Г. Мязин. – Воронеж : ФГОУ ВПО ВГАУ. – 2009. – С. 142-146.
5. Філон В.І. Взаємодія мінеральних добрив з ґрунтом / В.І. Філон // Вісник аграрної науки. – 2009. – № 7. – С. 19-20.

6. Лопушняк В.І. Азотний режим темно-сірого опідзоленого ґрунту за тривалого застосування добрив у плодозмінній сівозміні / В.І. Лопушняк // Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва: ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство. – 2008. – № 4. – С. 59-62.

7. Управління якістю зерна ячменю: рекомендації / За ред. М.М. Мірошніченка. – Харків, 2010. – 58 с.

Стаття надійшла до редколегії 07.04.2015

CHANGING ALKALI HYDROLYZED FORMS OF NITROGEN IN DARK GRAY PODZOLIZED SOIL UNDER THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZATION OF SPRING BARLEY

N.I. Vega

Lviv National Agrarian University
(vega_natali@ukr.net)

Research was conducted to study the effect of different fertilizer doses on content change of the alkali-hydrolyzed nitrogen in a dark gray podzolized soil under the cultivation of spring barley. The object of the research was biochemical processes associated with the formation of alkali-hydrolyzed nitrogen in dark gray podzolized soil in Western Forest Steppe character of their changes under the influence of mineral fertilizer system of spring barley. Research was accompanied by double-factor field experiment scheme, where factor A mineral fertilizer system, acted as B factor in – foliar fertilizing. On reaching two-year results showed that the use of mineral fertilizers positively influences the dynamics of change of alkali hydrolyzed forms of nitrogen in dark gray podzolized soil for growing barley. It was found that the variants with the application of $N_{60}P_{45}K_{45}$ and $N_{60}P_{60}K_{60}$ favorable conditions for nitrogen nutrition of barley, as compared to unfertilized variant in the 0-20 cm layer ranged under 42-43 and 50-55 mg / kg soil, depending on the phase of development.

Key words: *alkali hydrolyzed forms of nitrogen; dark gray podzolized soil; the rate of fertilizers; foliar fertilizing; spring barley.*

УДК 631.416.4:631.816.1

ВМІСТ КАЛІЮ В ОСНОВНІЙ І НЕТОВАРНІЙ ЧАСТИНАХ УРОЖАЮ КУЛЬТУР ПОЛЬОВОЇ СІВОЗМІНИ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ДОБРИВ І СИСТЕМ УДОБРЕННЯ¹

О.В. Нікітіна, Ю.І. Кривда

Уманський національний університет садівництва
(ooooolga@ukr.net)

Наведено результати досліджень впливу тривалого застосування різних норм і систем удобрення у польовій сівозміні на вміст калію в основній та нетоварній частинах урожаю. Виявлено, що вміст калію в основній продукції значною мірою пов'язаний з біологічними особливостями культур і майже не залежить від норм добрив і систем удобрення. Вегетативні органи рослин містять значно більше калію, ніж репродуктивні.

Ключові слова: *сівозміна; тривале застосування добрив; уміст калію в урожаї; основна та нетоварна частина врожаю; системи удобрення.*

Вступ. Уміст калію в рослинах залежить від біологічних і сортових особливостей культур, ґрунтово-кліматичних умов, рівня застосування добрив та інших чинників і не є сталою величиною. Очевидно, саме тому вчені не мають одноставної думки щодо вмісту калію в рослинах. Так, деякі з них вважають, що зі збільшенням норм мінеральних добрив вміст калію підвищується і знижується вміст сухої речовини [1, 2]. Інші – що значних змін у концентрації калію в сухій речовині рослин під дією добрив не відбувається [3, 4].

¹ Науковий керівник роботи – доктор с.-г. наук, професор Г.М. Господаренко

На відміну від азоту та фосфору калій не входить до складу органічних сполук у рослинах. Він знаходиться у клітинах у іонній формі, у вигляді розчинних солей у клітинному соку та, частково, у вигляді слабких сполук з колоїдами цитоплазми. Вдень, коли в рослинах проходять всі біохімічні процеси, калій активно утримується в клітинах. Вночі, коли процеси фотосинтезу припиняються, частина калію може виділятися коренями у ґрунт, але в подальшому буде знову засвоєна [5].

Об'єкти і методи досліджень. Експериментальну частину роботи виконано на дослідному полі навчально-науково-виробничого відділу Уманського національного університету садівництва в умовах тривалого (з 1964 року) стаціонарного досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства, основою якого є 10-пільна польова сівозміна, розгорнута в часі й просторі. У сівозміні застосовують мінеральну (з внесенням на 1 га сівозмінної площі $N_{45}P_{45}K_{45}$; $N_{90}P_{90}K_{90}$ і $N_{135}P_{135}K_{135}$), органічну (гній 9 т; 13,5 т і 18 т) та органо-мінеральну (гній 4,5 т + $N_{22}P_{34}K_{18}$; гній 9 т + $N_{45}P_{68}K_{36}$; гній 13,5 т + $N_{68}P_{101}K_{54}$) системи удобрення.

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі. На час закладання досліді параметри властивостей ґрунту у шарі 0-30 см були такими: вміст гумусу (за методом Тюріна) – 3,31 %; азоту легкогідролізованих сполук (за методом Тюріна-Конової) – 48 мг/кг; рухомих фосфатів (за методом Трюга) – 150 мг/кг; рухомих сполук калію (за методом Бровкіної) – 90 мг/кг; pH_{KCl} – 6,2; гідролітична кислотність – 2,5 смоль/кг; ступінь насиченості основами – 95 %. Вміст рухомих сполук калію на час проведення досліджень (за методом Чирікова) у шарі ґрунту 0-20 см становив від 116 до 168 мг/кг залежно відваріанту досліді.

Проби рослинного матеріалу всіх досліджуваних культур відбирали під час збирання урожаю. Зразки нетоварної частини урожаю відбирали методом пробного снопа. Вміст загальних форм калію визначали в одній наважці рослинного матеріалу методом мокрого озолення відповідно до МВВ 31497058019 [6].

Аналіз результатів досліджень. В літературі доволі рідко наводять дані про вміст калію в зерні, зазвичай – середню величину 0,6 %. Це пояснюється тим, що найчастіше акцент у дослідженнях роблять на загальному надходженні калію в рослину [7].

За нашими даними культури сівозміни зерно-бурякового типу значно різнилися між собою за хімічним складом, що обумовлено їхніми біологічними особливостями та умовами мінерального живлення (табл.). У відповідності з особливостями хімічного складу рослин, кількість необхідних для здобування врожаю елементів живлення була неоднаковою. Серед культур сівозміни найвищий вміст калію виявлено у зерні гороху (0,90–1,14 % у розрахунку на суху речовину), дещо нижчий – у ячменю ярого (0,60–0,66 %). У зерні пшениці озимої, залежно від попередників і сортів, вміст калію змінювався в межах 0,44–0,51 %, а найменшим він був у зерні кукурудзи (0,36–0,43 % на суху речовину). Вміст калію в перерахунку на суху речовину коренеплодів буряка цукрового, майже не залежав від ланки розміщення культури в сівозміні, і становив 0,82–1,14 %.

Як видно з даних таблиці, вміст калію в основній продукції значною мірою пов'язаний з біологічними особливостями культур і не надто залежить від систем і норм удобрення.

Вегетативні органи рослин характеризуються більш високим вмістом калію, ніж репродуктивні. Так, у силосній масі кукурудзи калію містилося майже в 3-4 рази більше, ніж у зерні, але його вміст мало залежав від удобрення. У той же час силосна маса кукурудзи з неудобраних ділянок містила 1,70 % K_2O в перерахунку на суху речовину, а у варіантах третього (найвищого) рівня удобреності, за різних систем удобрення, – до 2,13-2,21 %.

**Вміст калію в продукції культур польової сівозміни залежно від систем і норм
удобрення (2012–2014 рр.)**

Варіант досліджу	Вміст K_2O (% на суху речовину) у культурах сівозміни									
	Коню- шина	Пшени- ця озима	Буряки цукрові	Куку- рудза	Горох	Пшени- ця озима	Кукуруд- за на силос	Пшени- ця озима	Буряки цукрові	Ячмінь ярий
Без добрив (контроль)	1,22	<u>0,45</u> 1,06	<u>0,85</u> 3,46	<u>0,36</u> 1,27	<u>0,92</u> 1,10	<u>0,44</u> 1,03	1,70	<u>0,44</u> 1,04	<u>0,82</u> 3,20	<u>0,60</u> 0,94
$N_{45}P_{45}K_{45}$	1,29	<u>0,45</u> 1,09	<u>0,97</u> 3,71	<u>0,42</u> 1,36	<u>1,01</u> 1,21	<u>0,45</u> 1,06	1,93	<u>0,45</u> 1,07	<u>0,90</u> 3,58	<u>0,63</u> 1,06
$N_{90}P_{90}K_{90}$	1,32	<u>0,46</u> 1,14	<u>1,09</u> 3,82	<u>0,43</u> 1,39	<u>1,08</u> 1,28	<u>0,46</u> 1,10	2,12	<u>0,46</u> 1,08	<u>0,98</u> 3,80	<u>0,65</u> 1,14
$N_{135}P_{135}K_{135}$	1,35	<u>0,47</u> 1,17	<u>1,14</u> 3,91	<u>0,44</u> 1,40	<u>1,09</u> 1,29	<u>0,47</u> 1,16	2,21	<u>0,46</u> 1,09	<u>1,02</u> 3,86	<u>0,65</u> 1,18
Гній, 9 т	1,28	<u>0,45</u> 1,11	<u>0,97</u> 3,61	<u>0,40</u> 1,35	<u>1,01</u> 1,21	<u>0,45</u> 1,06	1,89	<u>0,45</u> 1,04	<u>0,90</u> 3,32	<u>0,62</u> 1,04
Гній, 13,5 т	1,32	<u>0,48</u> 1,13	<u>1,00</u> 3,68	<u>0,41</u> 1,38	<u>1,08</u> 1,25	<u>0,46</u> 1,12	1,99	<u>0,45</u> 1,07	<u>0,97</u> 3,42	<u>0,63</u> 1,10
Гній, 18 т	1,34	<u>0,50</u> 1,17	<u>1,03</u> 3,75	<u>0,41</u> 1,39	<u>1,09</u> 1,26	<u>0,47</u> 1,16	2,13	<u>0,47</u> 1,07	<u>0,98</u> 3,49	<u>0,63</u> 1,13
Гній, 4,5 т + $N_{22}P_{34}K_{18}$	1,30	<u>0,49</u> 1,12	<u>1,06</u> 3,78	<u>0,40</u> 1,37	<u>1,02</u> 1,22	<u>0,46</u> 1,11	1,89	<u>0,46</u> 1,08	<u>0,99</u> 3,68	<u>0,62</u> 1,08
Гній, 9 т + $N_{45}P_{68}K_{36}$	1,36	<u>0,49</u> 1,14	<u>1,10</u> 3,92	<u>0,42</u> 1,39	<u>1,10</u> 1,29	<u>0,48</u> 1,15	2,02	<u>0,48</u> 1,12	<u>1,02</u> 3,85	<u>0,65</u> 1,16
Гній, 13,5 т + $N_{68}P_{101}K_{54}$	1,40	<u>0,51</u> 1,16	<u>1,13</u> 4,07	<u>0,43</u> 1,40	<u>1,14</u> 1,34	<u>0,50</u> 1,16	2,12	<u>0,49</u> 1,14	<u>1,06</u> 3,91	<u>0,66</u> 1,21

Примітка. Над рискою – вміст K_2O в основній продукції; під рискою – у нетоварній частині врожаю

Вміст калію в гичці буряка цукрового, вирощеного на удобрених ділянках, також був вищим ніж на контролі, і порівняно з умістом у коренеплодах, був вищим у 2,5 раза, а за третього рівня удобреності і органо-мінеральної системи удобрення – більше ніж у 3,5 раза.

Вміст калію в соломі пшениці озимої, не надто залежав від культур-попередників, проте підвищувався адекватно нормам удобрення. У варіантах з потрібною нормою добрив після конюшини, порівняно з неудообреним контролем, вміст калію збільшився на 9-10 %, після гороху – на 13 %, і після кукурудзи на силос на – 3-13 %. Це явище пов'язано з особливостями поживного режиму, що формувалася під впливом застосування високих норм мінеральних добрив та гною під попередник. Систематичне застосування добрив у сівозміні і на його фоні – потрібної норми удобрення гороху, сприяло перевищенню вмісту K_2O в соломі, порівняно з контролем, на 14-22 %.

Застосування добрив значно впливало на вміст калію у гичці буряка цукрового – максимально у варіантах третього рівня удобрення за всіх систем удобрення, особливо, органо-мінеральної.

Висновки. Вміст калію в основній продукції значною мірою залежить від біологічних особливостей культури і мало – від системи удобрення і норм добрив. За його вмістом в основній продукції, у перерахунку на суху речовину, культури сівозміни можна розмістити у такій спадній послідовності: кукурудза на силос – конюшина – горох – буряки цукрові – ячмінь – пшениця озима – кукурудза на зерно.

Вміст калію у зеленій масі кукурудзи та в нетоварній продукції інших культур був значно вищим, ніж в основній продукції і помітно змінювався залежно від системи удобрення культур сівозміни і норм добрив.

Список використаної літератури

1. Хлыстовский А.Д. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность севооборотов, баланс питательных веществ и плодородие дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы / А.Д. Хлыстовский, Ю.И. Касицкий, С.Л. Бахтин // Агрохимия. – 1989. – №3. – С. 27-39.

2. Ивойлов А.В. Вынос азота, фосфора, калия и кальция культурами зерно-пропашного севооборота / А. В. Ивойлов, И. А. Шильников, А.А. Щелкунова // *Агрохимия*. – 1990. – №1. – С. 26-32.
3. Гетманец А.Я. Влияние систематического внесения удобрений на условия питания и продуктивность сельскохозяйственных культур на каштановых почвах Присивашья / А.Я. Гетманец, С.И. Власюк, Н.М. Лаврентьев // *Агрохимия*. – 1985. – №10. – С. 38-42.
4. Ольховский Г.Ф. Биологический вынос азота, фосфора и калия на разнородных фонах / Г.Ф. Ольховский // *Агрохимия*. – 1980. – №7. – С. 54-58.
5. Ярошко М. Калій у ґрунті та його роль у живленні рослин / М. Ярошко // *Агроном*. – 2013. – №4. – С. 22-24.
6. Рослини. Визначення загальних форм азоту, фосфору, калію в одній наважці рослинного матеріалу: МВВ 31-497058-019-2005 // *Методики визначення складу та властивостей ґрунтів*. Харків: Друкарня №13, 2005. Кн. 2. С. 189-208.
7. Павлов К.В. Оптимизация калийного питания ячменя при локальном внесении калийных удобрений / К.В. Павлов // *Агрохимия*. – 2009. – №2. – С. 28-34.

Стаття надійшла до редколегії 15.04.2015

THE CONTENT OF POTASSIUM IN THE BASIC AND NOT COMMODITY PARTS OF A YIELD OF CULTURES IN A FIELD CROP ROTATION DEPENDING ON RATES AND SYSTEMS OF FERTILIZERS

A.V. Nikitina, J.I. Kryvda

Uman National University of Horticulture
(ooooolga@ukr.net)

The content of potassium in plants depends on the biological characteristics of the varietal crops, soil and climatic conditions, the level of fertilizer application and other factors and is not a constant. The content of the general forms of potassium in one sample plant material was determined by wet ashing. Vegetative plant organs are characterized by higher potassium content than reproductive. The content of potassium in the basic production is largely dependent on the biological characteristics of culture and of small systems and norms fertilizers. According to this the main content in the product in terms of dry matter, rotation of culture were located in such descending order: corn silage – clover – peas – sugar beet – barley – winter wheat – maize. The content of potassium in the green mass of corn and other crops non-tradable of products was significantly higher than in the basic and largely ranged depending on the crop rotation fertilizer system.

Key words: rotation; prolonged use of fertilizers; potassium in harvest; basic and non-tradable harvest; fertilization system.

УДК 332.155:631.8:633.85

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ПІД РИЖІЙ ЯРИЙ НА ЧОРНОЗЕМІ ОПІДЗОЛЕНОМУ¹

І.Ю. Рассадіна

Уманський національний університет садівництва
(11vanusha11@mail.ru)

У польових тимчасових дослідках протягом двох років (2013-2014) вивчали вплив різних мінеральних добрив, способів їх внесення у ґрунт та доз на урожай насіння рижію ярого за стандартної агротехнології вирощування. Виявлено, що врожайність насіння залежить від удобрення. Внесення мінеральних добрив нормою N₁₂₀P₆₀K₆₀ забезпечує найвищу врожайність рижію ярого, яка становить 2,01 т/га в середньому за два роки і перебільшує врожайність на контролі на 55 %.

Ключові слова: рижій ярий; мінеральні добрива; врожайність.

¹ Науковий керівник роботи – доктор с.-г. наук, професор Г.М. Господаренко

Вступ. Світовий досвід вирощування сільськогосподарських культур свідчить про те, що серед усіх чинників, які впливають на врожай і його якість, найважливішу роль відіграє удобрення [1, 2], що є важливою ланкою інтенсивних технологій вирощування культур і складовою програмування врожаю. Адже завдяки внесенню добрив одержують 50 % загального приросту врожаю [3].

Рациональне застосування добрив сприяє не лише високій урожайності, але й високій якості продукції. За допомогою удобрення можна свідомо змінювати напрям процесів обміну речовин у рослини і регулювати вміст білків, крохмалю, сахарози, жирів та інших важливих чинників якості сільськогосподарській продукції [4].

Рижій, порівняно з іншими олійними культурами, найменш вибагливий до умов вирощування. Він характеризується високою холодостійкістю (насіння проростає за температури 1°C, а сходи легко витримують заморозки до -12 °C) і водночас посухостійкістю, добре росте на всіх типах ґрунтів, окрім глинистих. Однією з основних особливостей рижію є короткий вегетаційний період, який у більшості регіонів вирощування культури становить 80-85 діб [5].

Однак ще недостатньо науково обґрунтованих відомостей про оптимальні види і норми мінеральних добрив на посівах рижію ярого, де його вирощують на насіння.

Отже, метою наших досліджень було експериментальне підтвердження раціонального набору мінеральних добрив і їхньої кількості, необхідних для здобування найбільшого врожаю насіння рижію ярого.

Об'єкти і методи досліджень. Дослідження проводили впродовж 2013-2014 років в умовах тимчасового польового досліду на дослідному полі Уманського національного університету садівництва. Ґрунт – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з низьким вмістом азоту лужногідролізованих сполук (за методом Корнфілда) і середнім – рухомих сполук фосфору і калію (за ДСТУ 4115–2002). Реакція ґрунтового розчину (за ДСТУ ISO 10390: 2007) – слабокисла.

Вирощували сорт рижію ярого Степовий 1. Дослід закладали за схемою, наведеною в таблиці. Загальна площа дослідної ділянки – 72 м², облікова – 30 м², повторність – триразова, попередник – пшениця озима. Фосфорні та калійні добрива вносили у вигляді суперфосфату подвійного та калію хлористого під зяблевий обробіток ґрунту, а азотні, згідно зі схемою досліду, – у вигляді сульфату амонію (N₆₀ S₇₀) та селітри аміачної під передпосівну культивування й у підживлення після утворення рослинами рижію розетки. В одному з варіантів добрива вносили локально одночасно з сівбою сівалкою СЗТ–3,6 з відстанню між стрічками 30 см. Облік урожаю насіння рижію ярого проводили під час прямого збирання комбайном Сампо, а соломки – методом пробного снопа.

Аналіз результатів досліджень. Дослідженнями встановлено, що врожайність насіння рижію ярого залежить від рівня удобрення (табл.).

Як відомо, чорнозем опідзолений характеризується високим рівнем родючості і навіть на неудобрених ділянках урожайність рижію ярого становила 1,29 т/га. Під впливом мінеральних добрив вона істотно підвищувалась, особливо у варіантах із внесенням максимальних доз азотних добрив на фоні P₆₀K₆₀. Внесення ж тільки фосфорних і калійних добрив (варіант P₆₀K₆₀) підвищувало врожайність лише на 0,17 т/га, тоді як поєднання їх з азотними забезпечувало приріст урожаю на 0,33–0,72 т/га за одноразового внесення азотних добрив у нормі 30–120 кг/га д.р., що було істотним за $HIP_{05} = 0,11–0,08$.

Табл. Урожайність насіння ріжю ярого залежно від удобрення

Варіант досліду	Урожай насіння, т/га		
	за роками		середній за два роки
	2013	2014	
Без добрив (контроль)	1,36	1,21	1,29
P ₆₀ K ₆₀ – фон	1,50	1,41	1,46
K ₆₀ + N ₆₀	1,74	1,46	1,60
P ₆₀ + N ₆₀	1,80	1,57	1,69
Фон + N ₃₀	1,71	1,53	1,62
Фон + N ₆₀	1,92	1,63	1,78
Фон + N ₆₀ S ₇₀	2,03	1,78	1,91
Фон + N ₉₀	2,09	1,76	1,93
Фон + N ₁₂₀	2,18	1,83	2,01
Фон + N ₃₀ + N ₆₀ у підживлення	1,92	1,71	1,82
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ перед сівбою врозкид	1,81	1,55	1,68
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ локально з сівбою	1,89	1,69	1,79
<i>HIP₀₅</i>	0,11	0,08	

Наявність у нашому досліді варіантів парних комбінацій основних елементів живлення дозволяє вичленили дію кожного з них на врожай ріжю ярого. Так, у середньому за два роки досліджень, фосфорний компонент повного мінерального добрива сприяв підвищенню врожайності насіння на 0,18 т/га, тоді як калійний – на 0,16 т/га. При цьому слід зазначити, що за погодних умов 2014 року калійні добрива не забезпечили достовірного приросту врожаю насіння.

Найвищою була врожайність зерна за внесення повного мінерального добрива в дозі N₁₂₀P₆₀K₆₀ – 2,01 т/га, що на 0,72 т/га більше від контролю. Зменшення дози азотного компоненту до N₉₀ на фосфорно-калійному фоні призвело до зниження врожайності лише на 0,08, що було неістотним, судячи з показника *HIP₀₅*. Подальше зниження дози азотних добрив до 60 кг/га д.р. знижувало врожайність насіння на 0,15 т/га, або на 8 %. Заміна аміачної селітри на сульфат амонію в складі повного мінерального добрива (N₁₂₀P₆₀K₆₀) забезпечило достовірний приріст урожайності ріжю ярого 0,13 т/га.

Дослідженнями також було виявлено, що перенесення частини азотних добрив у підживлення знижує їхню ефективність. Це ж стосується і внесення фосфорних та калійних добрив під передпосівну культивуацію. Проте, внесення їх локально, навіть дозою на 1/3 меншою, забезпечує врожайність 1,79 ц/га, що на рівні варіанту P₆₀K₆₀ + N₆₀.

Висновки. Рижій ярий, вирощуваний на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому, найкраще реагує на застосування азотних добрив, потім, – фосфорних. Дія калійних добрив не стабільна. Система удобрення ріжю ярого на чорноземі опідзоленому повинна складатися із внесення фосфорних і калійних добрив по 60 кг/га д.р. під зяблевий обробіток ґрунту, а азотних – у дозі 90 кг/га д.р. під передпосівну культивуацію. При цьому азотний компонент доцільно застосовувати у вигляді сульфату амонію. Ефективним є також локальне внесення мінеральних добрив у дозі N₄₀P₄₀K₄₀ з відстанню між стрічками 30 см одночасно з сівбою ріжю ярого сівалкою СЗТ–3,6.

Список використаної літератури

1. Ладонин В.Ф. Оптимизация питания растений и фитосанитарного состояния посевов путем интегрированного системного использования факторов интенсификации земледелия / В.Ф. Ладонин // Бюллетень ВИАУ. - 2001. - №114. - С.11-13.
2. Лебедев С.М. Агрохимические, агроэкологические и экологические проблемы и пути их решения при возделывании зерновых и других культур / Тезы докладов Всероссийского конгр. совещ. учреждений геогр. сети плит. опытов с удобрениями и другими агрохим. средствами 23-27 марта 1998 г. - М., 1998. - С. 13-14.
3. Дегодюк Е.Г., Мамонтов В.Т., Гамалей В.І., та ін.: Екологічні основи використання добрив/ За

ред. Е.Г. Дегодюк. - К.: Урожай, 1988. - 232 с.

4. Поляков О.І., Вахненко С.В., Нікітенко О.В. Агрономічні прийоми вирощування ріжю ярого на півдні України // Посібник українського хлібороба. - 2012. - с. 296-298.

5. Рожкован В. Рижій – альтернативна олійна культура та перспективи її розвитку / В. Рожкован // Пропозиція. - 2003. - №1. - С.46-47.

Стаття надійшла до редколегії 05.05.2015

EFFICACY OF MINERAL FERTILIZERS UNDER FALSE FLAX ON CHERNOZEM PODZOLIZED

I.Yu. Rassadina

Uman National University of Horticulture

(11vanusha11@mail.ru)

World experience growing of agricultural crops testifies that among all factors that affect the yield and its quality the fertilizers play the most important role. Falseflax, compared to other oilseeds, is the least fastidious to growing conditions. It grows well on all types of soils except argillaceous. Yields of falseflax seeds depend largely on the level of fertilizer. The highest grain yield was obtained by application of a complete fertilizer in a dose $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 1,93 t / ha, which was 0,64 t / ha over the control. Reducing the dose of nitrogen to N_{90} component on phosphorus-potassium background led to lower yields at 0.08. The further dose reduction of nitrogen fertilizer up to 60 kg / ha ai reduced seed yield of 0.15 t / ha or 8 %. The system of fertilization on false flax chernozem podzolized should consist of application of phosphate and potash fertilizers to 60 kg/ha under deep autumn tillage and nitrogen at a dose of 90 kg/ha – under presowing cultivation. Thus it is advisable to use the nitrogen component in the form of ammonium sulfate.

Key words: false flax; fertilizers; yield.

УДК 631.816.3

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ РІДКИМИ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИМИ ДОБРИВАМИ ПОСІВІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО¹

К.С. Артем'єва

ННЦ«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

(artemyeva.katti@gmail.com)

Метою роботи було визначення ефективності дії позакореневих підживлень ячменю ярого рідкими органо-мінеральними добривами (ОМД) на різних агрохімічних фонах. Методи: польові, лабораторно-аналітичні, статистичні. Результати: встановлено вплив рідких ОМД на врожайність зерна ячменю ярого на різних агрохімічних фонах. Доведено, що використання рідких ОМД протягом вегетації забезпечує достовірне підвищення рівня врожайності зерна ячменю ярого за оптимальної кількості обробок – 3 (фази куціння, виходу в трубку та колосіння). Максимальний приріст від застосування рідких ОМД у передпосівну культивуацію становить 0,28 т/га (13 %) порівняно з контролем, від позакореневого підживлення – 0,5 т/га (21 %).

Ключові слова: рідкі органо-мінеральні добрива (ОМД), ефективність, ячмінь ярий, підживлення, врожайність.

Вступ. Система удобрення сільськогосподарських культур останніми роками зазнала суттєвих змін, які обумовлені, передусім, зміною структури посівних площ, асортименту добрив, зростанням їхньої вартості. Ці фактори змушують агровиробників замінювати малорентабельні способи основного внесення добрив на систему позакореневих підживлень, що забезпечує вищу окупність витрат на засоби хімізації.

Позакоренева обробка рослин, з одного боку, дає змогу в повному обсязі використати елементи живлення, внесені з добривами, з другого – така обробка

¹ Науковий керівник – доктор с.-г. наук Є.В. Скрильник

активізує кореневу абсорбцію елементів шляхом стимулювання ростових процесів у корені [1].

Позакореневі підживлення зернових культур традиційно проводять розчином карбаміду або карбамід-аміачної селітри (КАС-32) із вмістом азоту 32 %, проте, науковий дослід і виробнича практика показують, що коли робочий розчин для проведення позакореневого підживлення містить лише азотні добрива, підживлювані ними рослини знижують толерантність до збудників хвороб. У зв'язку з цим до складу добрив, разом із азотом КАС, слід додавати ще фосфор та калій. Встановлено, що найефективнішим добривом для позакореневого підживлення є гумат калію [2] – продукт переробки торфу, з якого екстраговано активні речовини: азот, фосфор, калій, мікроелементи, а гумінові кислоти з нерозчинних переведено у розчинні одновалентні солі. Вироблене рідке ОМД є альтернативою мінеральним добривам, оскільки містить поживні речовини, які поступово вивільнюються під час взаємодії з ґрунтом та рослиною впродовж вегетаційного періоду, що обумовлює їхні екологічні, агрономічні та економічні переваги, порівняно зі стандартними формами добрив.

Відомо [2], що основна кількість азоту й фосфору поглинається рослинами у період від фази кушіння до початку колосіння. Тому метою роботи було визначення впливу позакореневих підживлень рідкими ОМД на врожайність ячменю ярого на різних агрохімічних фонах.

Об'єкти і методи досліджень. Дослідження із застосування рідких ОМД проводили в 2014 р. у польовому досліді ДП «ДГ «Граківське» (Чугуївський район, Харківська область). Загальна площа посівної ділянки 20 м², облікова – 4 м², повторність трикратна.

Ґрунт - чорнозем типовий важкосуглинковий з умістом гумусу – 5,4-5,6 % (за методом Тюріна [3]), загального азоту – 0,26-0,29 % (за К'ельдалем [4]), легкогідролізованого азоту – 17,5-20,3 мг/кг (за Корнфілдом [5]), рухомих форм фосфору – 87,0-130,5 мг/кг, калію – 93,0-162,7 мг/кг (за Чириковим [6]), рН_{KCl} – 6,7-6,9 [7]. Лабораторно-аналітичні роботи щодо вихідної характеристики ґрунту виконано в атестованій лабораторії ННЦ ІГА (№ 100-154/2014).

Схема досліді (табл. 1) включала чотири фони відносно передпосівного внесення добрив, включаючи контроль – без добрив і декілька варіантів відносно позакореневого підживлення. На першому агрохімічному фоні під передпосівну культивування було внесено розчин рідкого азотного добрива КАС із розрахунку 40 кг діючої речовини азоту на 1 га (N₄₀). На другому і третьому агрохімічних фонах під передпосівну культивування – рідкі ОМД (КАС + гумат відповідної концентрації), де частка гумату становила 5 та 15 % від об'єму КАС.

У польовому досліді в умовах нестабільного зволоження традиційне підживлення ячменю ярого мінеральними добривами у початковій фазі розвитку рослин часто буває неефективним внаслідок швидкого пересихання посівного шару ґрунту [8], у таких умовах позакореневе підживлення забезпечує значний ефект. Для визначення впливу позакореневого підживлення на урожай зерна на трьох фонах було проведено підживлення рослин КАС (N₆) та виготовленими на його основі рідкими ОМД (КАС + гумат), де доза азоту не перевищувала N₆. Позакореневе підживлення проводили три рази у такі фази розвитку рослин – кушіння, вихід в трубку та колосіння.

Перше позакореневе підживлення, у фазу кушіння, сприяє посиленню росту бокових стебел, друге – у фазу виходу в трубку, впливає на продуктивність колоса та його зазерненість, третє – у період від початку фази колосіння до наливу зерна подовжує тривалість активної діяльності верхніх листків, інтенсифікує процес фотосинтезу і збільшує масу 1000 зернин.

Аналіз результатів досліджень. Чорнозем типовий характеризується підвищеним вмістом фосфору, високим – калію, та дуже низьким – азоту. Оскільки азот є тим елементом мінерального живлення який лімітує врожайність, внесення відповідного мінерального добрива було ефективним.

Так, внесення у передпосівну культивуацію в дозі N_{40} забезпечило приріст урожаю зерна ячменю ярого на рівні 0,21 т/га (10 %) (табл. 1). Внесення N_{40} разом з гуматом калію збільшило урожайність зерна на 0,28 т/га (13 %). З'ясовано, що ефективність позакореневого підживлення рідкими ОМД значно залежала від фону основного удобрення ячменю.

1. Ефективність дії рідких ОМД на врожайність зерна ячменю ярого

Агрохімічний фон	Варіант (позакореневе підживлення)	Урожай (середній з 3-х повторень), т/га	Приріст урожаю від фонового удобрення порівняно з контролем		Приріст урожаю від позакореневого підживлення порівняно з фоном	
			т/га	%	т/га	%
Без удобрення (контроль)	Без підживлення N_6	2,10	-	-	-	-
		2,24	0,14	7	-	-
Фон 1 (N_{40})	Без підживлення	2,31	0,21	10	-	-
	N_6	2,46	0,36	17	0,15	7
	N_6 і 5 % гумат	2,42	0,32	15	0,11	5
	N_6 і 15% гумат	2,44	0,34	16	0,13	6
Фон 2 (N_{40} і 5% гумат)	Без підживлення	2,20	0,10	5	-	-
	N_6	2,28	0,18	9	0,08	4
	N_6 і 5% гумат	2,34	0,24	11	0,14	6
	N_6 і 15% гумат	2,69	0,59	28	0,49	22
Фон 3 (N_{40} і 15% гумат)	Без підживлення	2,38	0,28	13	-	-
	N_6	2,60	0,5	24	0,22	9
	N_6 і 5% гумат	2,45	0,35	17	0,07	3
	N_6 і 15% гумат	2,88	0,78	37	0,5	21
НІР ₀₅		0,02	-	-	-	-

Додаткове внесення азоту в дозі N_6 разом з гуматом калію у позакореневе підживлення в фази кущіння, вихід в трубку та колосіння додатково збільшувало урожайність зерна ячменю ярого на 3-22 %, залежно від агрохімічного фону. Своєчасне внесення азоту в оптимальних дозах у період активного росту і розвитку рослин збільшувало урожайність зерна на 37 %.

Висновки. Таким чином, позакоренева обробка рослин рідкими ОМД є вискоефективним технологічним заходом під час вирощування ячменю ярого, що допомагає зменшити дефіцит окремих елементів живлення у критичні фази розвитку.

Список використаної літератури

1. Мацков Ф.Ф. Внекорневое питание растений/ Ф.Ф. Мацков.- К: Издательство академии наук Украинской ССР, 1957.- С. 243.
2. Лихочвор В.В. Мінеральні добрива та їх застосування/ В.В. Лихочвор – Л: НВФ « Українські технології», 2008. – С. 312.
3. Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини: ДСТУ 4289:2004. – [Чинний від 2005–07–01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – С. 14 – (Національний стандарт України).
4. Якість ґрунту. Визначення загального азоту. Модифікований метод К'ельдаля. ДСТУ ISO 11261-2001.- [Чинний від 2003–07–01] - К.: Держспоживстандарт України, 2003. – С. 5 – (Національний стандарт України).
5. Агрохимические методы исследования почв / [отв. ред. А.В. Соколов]. – М.: Наука, 1975. – С. 656.

6. *Ґрунти*. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова: ДСТУ 4115–2002. – [Чинний від 2002–27–06]. – К.: Держ. комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики 2002. – С.6 – (Національний стандарт України).

7. *Якість ґрунту*. Визначення рН: ДСТУ ISO 10390–2007. – [Чинний від 2009–10–01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – С.12.

8. *Практическое руководство по освоению интенсивной технологии возделывания ярового ячменя*/ [Ю.А. Никитин, Б.П. Паршин и др.]. – М: ВО «Агропромиздат», 1987 – С. 59.

Стаття надійшла до редколегії 18.05.2015

EFFICIENCY OF SPRAY FERTILIZATION WITH LIQUID ORGANIC AND MINERAL FERTILIZERS ON SPRING BARLEY CROP

K.S. Artemyeva

NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky»
(artemyeva.katti@gmail.com)

The aim was to determine the efficacy of spray fertilization on spring barley with liquid organic and mineral fertilizers (OMF) in different agrob backgrounds. Methods: field, laboratory and analytical, statistical. Results: the influence of liquid OMF on yield of spring barley crops in different agrob backgrounds is determined. It is calculated the increase of crop yield from spray fertilization compared to the background. Conclusions: it is determined that the use of liquid OMF during the growing season provides reliable increase of spring barley yield with the optimal number of treatments - 3 (tillering stage, the output in the tube and earing).

Key words: liquid organic and mineral fertilizers; efficiency; spring barley; fertilizing; yield.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**АГРОХІМІЯ і
ҐРУНТОЗНАВСТВО**

Випуск 83

Міжвідомчий тематичний науковий збірник

Відповідальний за випуск канд. с.-г. наук Т.М. Лактіонова

**Адреса редколегії: 61024, Харків, вул. Чайковська, 4,
тел.: (057) 704-16-69;
e-mail: soilscience@ukr.net;
www.agrosoil.yolasite.com**

Підписано до друку 17.07.2015. Формат 6090/8.
Папір офсетний. Гарнітура «Таймс».
Наклад 100 пр. Зам. № ZF 1269

Надруковано у ТОВ «Смугаста типографія»
Україна, 61002, Харків, вул. Чернишевська, 28а.
057 754-49-42