



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК



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

АГРОХІМІЯ і ҐРУНТОЗНАВСТВО

МІЖВІДОМЧИЙ
ТЕМАТИЧНИЙ
НАУКОВИЙ
ЗБІРНИК

81

ХАРКІВ – 2014

Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник.
Випуск 81. – Харків: ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», 2014. – 138 с.

AGROCHEMISTRY AND SOIL SCIENCE. Collected papers.
No. 81. Kharkiv: NSC ISSAR, 2014. 138 p.

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. Польчина 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.**

Адреса редакційної колегії:

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

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 758 від 29.06.94 р.

**Рекомендовано до видання Вченою радою ННЦ «Інститут ґрунтознавства та
агрохімії імені О.Н. Соколовського», протокол № 4 від 14.03.2014 р.**

ЗМІСТ

ГРУНТОЗНАВСТВО

Медведев В.В. Невирішені проблеми обробітку ґрунту в Україні.....	5
Медведев В.В., Плиско И.В. Проявления физической деградации в пахотных почвах.....	16
Жуков А.В., Задорожная Г.А., Демидов А.А. Пространственная изменчивость твердости педоземов.....	28
Трофименко П.І., Білан Д.А. Інтенсивність дихання та емісія CO ₂ із дернового глибокого глеюватого ґрунту залежно від продуктивності сидеральних культур.....	34
Канівець В.І., Канівець С.В., Матухно Ю.Д., Кулик Н.А. Особливості чорноземів, які залягають уздовж південно-східної межі розповсюдження чорноземів вилужених на Лівобережжі України.....	40

ОХОРОНА І ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ

Чорний С.Г., Волошенюк А.В. Потенційні втрати ґрунту від дефляції за no-till-технології.....	45
Самохвалова В.Л., Фатєєв А.І., Зуза С.Г., Зуза В.О., Горякіна В.М. Спосіб екологічної ремедіації ґрунту, техногенно забрудненого переважно кадмієм, свинцем, цинком та хромом.....	51
Гладун Г.Б., Гладун Ю.Г., Єстеревська Л.В. Адаптивно-ландшафтні принципи застосування полезахисного лісорозведення в Одеській області.....	59
Єгорова Т.М. Фоновий вміст важких металів та його екологічна інформативність у ґрунтах ландшафтів зони українського Полісся.....	65

АГРОХІМІЯ

Чабан В.І., Клявзо С.П., Подобед О.Ю. Оцінка вмісту мікроелементів у рослинах кукурудзи у Степовій зоні України.....	73
--	----

До 130 РІЧНИЦІ ВИХОДУ В СВІТ КНИГИ В.В. ДОКУЧАЄВА «РУССКИЙ ЧЕРНОЗЁМ»

Вергунов В.А. В.В. Докучаев и становление отечественного сельскохозяйственного опытного дела как отрасли знаний и организации.....	80
Тихоненко Д.Г., Дегтярьов В.В. Докучаєвський кафедрі ґрунтознавства 120 років.....	94
Носко Б.С., Гладких Е.Ю., Бабынин В.И. Агрогенная эволюция агрохимических показателей черноземов типичных.....	105
Камінський В.Ф. Стабілізація землекористування як основа розвитку адаптивного землеробства у світлі вчення В.В. Докучаєва.....	112

РОБОТИ МОЛОДИХ УЧЕНИХ

Вільний Р.П. Вплив мінімізації обробітку ґрунту на структуру мікробних угруповань азотного циклу чорнозему типового.....	118
Панасенко О.С. Участь детриту у формуванні водостійких агрегатів чорнозему типового у різних екосистемах.....	122
Думіх І.В. Щільність будови алювіальних ґрунтів долини р. Прут.....	129
Капустіна Г.А. Динаміка вмісту мікроелементів у ґрунті і листях соняшника за тривалого удобрення.....	133

CONTENT

SOIL SCIENCE

Medvedev V.V. Unsolved problems of soil tillage in Ukraine.....	5
Medvedev V.V., Plisko I.V. Features of physical degradation in soil ploughed up.....	16
Zhukov A.V., Zadorozhnaya G.A., Demidov A.A. Spatial variability of pedozems penetration resistance.....	28
Trofymenko P.I., Bilan D.A. Intensity of respiration and emissions of CO ₂ from sod deep gleyic soil depending on the productivity of green manure crops.....	34
Kanivets V.I., Kanivets S.I., Matukhno Yu.D., Kulik N.A. Peculiarities of chernozems that lie along the south-eastern distribution boundaries of chernozem leached on the Left-bank part of Ukraine.....	40

SOIL PROTECTION and RECLAMATION

Chornyi S.G., Voloshenjuk A.V. Potential soil losses from deflation by no-till-technologies.....	45
Samokhvalova V.L., Fateev A.I., Zuza S.G., Zuza V.O., Gorjakina V.M. Method of soils environmental remediation polluted mainly by cadmium, lead, zinc and chromium.....	51
Gladun G.B., Gladun Y.G., Yeterevs'ka L.V. Adaptive-landscape principles of application of field-protective afforestation in Odesa region.....	59
Yegorova T.M. Background content of heavy metals and its environmental descriptiveness in landscapes soils of the Ukrainian Polissya zone.....	65

AGROCHEMISTRY

Chaban V.I., Kliavzo S.P., Podobed O.Yu. Assessment of the microelements content in the corn plants in the Steppe zone of Ukraine.....	73
--	----

THE 130th ANNIVERSARY OF V. DOKUCHAEV BOOK "RUSSIAN CHERNOZEM"

Vergunov V.A. V. Dokuchaev and formation of the national agricultural experimental work, like a field of knowledge and organization.....	80
Tykhonenko D.H., Degtyaryov V.V. Dokuchaev Department of soil science is 120 years.....	94
Nosko B.S., Gladkikh E.Yu., Babynin V.I. Agrogene evolution of chernozems typical agrochemical parameters.....	105
Kaminsky V.F. Stabilization of the land use as a basis of adaptive agriculture development in the light of the V. Dokuchaev's doctrine.....	112

YOUNG SCIENTISTS RESEARCHES

Vilnyy R.P. Influence of the soil tillage minimization on the structure of microbial populations of nitrogen cycle of the chernozem typical.....	118
Panasenko O.S. Detritus participation in water-resistant units formation of chernozem typical in different ecosystems.....	122
Dumikh I.V. Bulk density of alluvial soils in valley of Prut river.....	129
Kapustina G.A. Dynamics of trace elements contents in soil and sunflower leaves during long-term fertilization.....	133

ГРУНТОЗНАВСТВО

UDK 631. 41; 631. 315

UNSOLVED PROBLEMS OF SOIL TILLAGE IN UKRAINE

V.V. Medvedev

NSC “Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N.Sokolovsky”
(*vvmedvedev@ukr.net*)

Disadvantages of the soil tillage combined technology that is widespread in Ukraine are considered, namely: deterioration of physical properties, excessive losses of organic matter, soil propensity to the erosion, insufficient water protection ability and others. The proposals on improvement of technology and conducting stationary field experiences on soil tillage are made.

Key words: *the combined tillage, disadvantages, improvements of technology and experiences.*

Introduction. The combined technology of soil tillage received the greatest distribution in Ukraine, it provides the use of moldboard or unmoldboard instruments and different depth according to the soil-climatic conditions and requirements of agricultural crops. The share of deep plowing tillage in the system of the prime tillage remains significant almost in all natural zones under clean-tilled cultures and in fields where it is necessary to close up manure. There are certain differences in tillage of erosion dangerous, overmoistening soils and also separate cultures which demand specific ways of tillage (dipdigging, cresting and others).

The science and practice established both positive and negative characteristics of the combined system. The positive ones are:

- the differentiated tilled layer created by this system on density enables to satisfy the needs of different plants to optimum development of root systems and use of mineral fertilizers;
- deep entering organic fertilizers provides their raised humification;
- an opportunity of a field clarification from weeds under condition of observance of the recommended technology.

The negative ones are:

- loss of structure, erosion and excessive losses of organic substances as consequence of that the soil top layer is tilled too often and also it is in an aerobic condition for a long time;
- overcompaction of underarable and underseed (spring) layers as consequence of use of heavy energisaturated and wheel tractors when the named layers of soil have, as a rule, low density and the humidity close to physical ripeness and consequently they are the most sensitive to overcompaction;
- the overexpenditure of fuel due to a plenty of separate technological operations.

The combined system as researchers and production workers are assured, in the best way reflects significant diversity of both natural and economic conditions and a variety of cultures grown up in the country. The combined system, we repeat, distinguishes a plenty various, mainly deep loosening, especially during the spring period and separate operations. In the spring, depending on a level of humidifying and conditions of winter, the soil top layer can be in any condition - from firm, cemented, that hardly is exposed to braking, up to friable, practically not demanding tillage and

ready to crop. Usually because of insufficient or superfluous humidifying to prepare a qualitative sowing layer by means of braking is impossible. In droughty conditions blocks, in overmoistening – stick of instruments are inevitable. Therefore it is practiced not a minimization, and, on the contrary, number of operations is increased, during which the sowing layer is improved, and underseed one is compacted, that, certainly, is undesirable.

Further, depending on weather the spring can be cold and long or rapid, with approach it is literally during several days of summer temperatures. In those and other cases the sowing layer undergoes significant changes of a physical condition (and contaminations also) and it is necessary to till it again and again.

As a result the spring becomes extremely intense period for the farmer (actually the soil needs to be tilled continuously) and difficult test for the soil. There are not simply a lot of tillages, but their performance is stretched in time and certainly, carried out quite often at humidity which differs from humidity of physical ripeness.

Numerous tillages in the spring cause ecologically adverse consequences and are a principal cause of physical soil degradation as during this period the soil is characterized by the minimal parameters of durable properties and is deprived an original protective barrier against significant anthropogenous press.

Numerous tillages in the spring have the direct consequence economically adverse results as raise the cost price of production and make it not competitive.

Numerous tillages in the spring considerably raise volumes of the field mechanized works, raise wear process of working bodies, complicate the organization of performance and the control of works and as a result reduce their quality.

Numerous tillages in the spring - an anachronism which needs to be overcome or, at least, significantly to lower their obvious negative consequences for soils and economy of managing.

Not better is a situation in the autumn when, as a rule the prime mainly deep plowed land is carried out (at least, under half of cultures of a crop rotation). The area of an arable land with humidity of optimum loosening is even less, than in the spring. Therefore it is beside the purpose to expect qualitative loosening, considering even that requirements to them are less rigid. If we add to this excessive friability of the tilled layer, a being reason of the strengthened mineralization and decrease in stability to erosion and overcompaction, there is absolutely clear a necessity of perfection of the combined system of soil tillage.

So, ecological (deterioration, first of all, a soil physical condition) and the economic reasons have led to necessity of revision of modern methodology of soil tillage. The purpose of article - in detail to consider the negative sides of traditional soil tillage to prove application of other technologies with the improved soil-protective characteristics.

Loss of structure - process of deterioration of mainly granular isotropic form of the aggregates, inherent in natural soil, and also dispersion, formation of blocks, crust and cracks on a surface of soil practically became characteristic for an old arable land. It is necessary to pay attention to that circumstance, that large soil aggregates if they are present on a virgin soil, their durability does not exceed 2-3 кPa, while durability of blocks on an arable land is frequent (in conditions of the lowered humidity) reaches 30-40 кPa. Owing to the raised mechanical durability and low porosity of a block of an arable land are less penetrated for roots and a moisture that's why they are capable to be kept long practically without any changes.

As criteria of loss of structure the size, water stability of structural aggregates and various indices of structure and others are used. All the listed criteria in coordination have shown appreciable deterioration of structure in soils which are for a long time plowed [1]. Even in humusified chernozems after plowing tillage lands can be form up to 30 % of blocks. Almost all arable lands of the country have such blocks. And if in the autumn with this quantity of blocks it is possible to reconcile, as in the winter they promote to snow saving on fields, and till the spring their quantity becomes usual less or they disappear at all, in the spring even the small amount of blocks is inadmissible. As blocks do not allow to lead qualitative sowing, brake occurrence of shoots and promote unproductive losses of a soil moisture. That circumstance that blocks are formed even in chernozems at the humidity close to physical ripeness, with obviousness proves presence of processes of physical degradation in soils.

By the greatest propensity to formation of blocks are characterized solonetzic soils of heavy texture on the south of Ukraine which during the prime tillage are mainly in the dried condition, solodized and solonetzic soils of Average Pridneprovja, eroded soils of Right-bank Forest-Steppe, gleyed soils of Predkarpatja and Zakarpatja.

Crust as a kind of physical degradation also is widespread on an arable lands of Ukraine. Besides there is a danger of its further distribution at an intensification of agriculture or under condition of possible changes of a climate (in particular, increase of humidifying in the winter, heat in the summer and its contrast as a whole). Soils in which formation of crust is possible, are concentrated in the western and northwest parts of Ukraine. That is where from 20 up to 60 % of an arable lands have such disadvantages, and a degree of their display - from strong up to weak [2]. Formation of crust is mostly marked in the beginning of vegetation of cultures.

In chernozems typical crust appears as a result of destruction of structure under influence of both long and intensive plowing and some increase in the factor of dispersiveness (on Kachynsky) which, as is known, characterizes potential ability of soils to form micro-and a macrostructure.

After drying the crust is cracked, forming cracks, which diameter is 5 cm and sometimes it reaches more over. It is easy to imagine how much adverse are their consequences for root layer, plants, their root systems and quality of the subsequent autumn prime tillage. The more cracks, the more loss of a moisture, morphology less perfect and productive is the root system, resistance to tillage increases and becomes more than the consolidated aggregates as a result of loosening. Cracks are the usual phenomenon in second half of vegetative period practically on all arable lands of Forest-Steppe and Steppe.

Occurrence of blocks, crust and cracks in a superficial layer of an arable lands is a consequence of deterioration of processes of structurization and water-stability of soil aggregates in contrast conditions of the water-temperature mode inherent to soils ploughed up. Unfortunately, the combined ways of tillage which dominate over Ukraine, practically do not reduce display of adverse consequences of loss of structure in a tilled layer of soils.

Overcompaction and consolidation are the most dangerous consequence of intensive soil machining of the Ukraine. In spite of the fact that with 2007 in Ukraine operates the standard limiting loading on soil, machine-tractor units with inadmissible specific pressure have been using still in the country. Threat of overcompaction exists on 75 % of an arable land of Ukraine [3]. The reason of wide development of these negative processes are also, except for MTU, numerous soil factors which promote them, in particular, mainly loamy texture, low initial (before tillage) bulk density and the

humidity in the spring close to physical ripeness. Owing to the big number of the separate technological operations which are carried out by energisaturated tractors and heavy combines, the overcompaction is quite often shown even on the light badly susceptible soils to compaction. There are data [4] which have shown the overcompaction on depth of 1 m where it is accumulated and can be kept for a long time. It is fixed also the new phenomenon - consolidation when aggregates of agronomical useful size are exposed to compaction. Thus from them the productive moisture is squeezed out, intramodular porosity sharply decreases and by that agronomical value of soil as inhabitanancies of plants roots worsens.

The factorial analysis of the reasons which cause the overcompaction of soils, has shown the greatest importance of design features of running systems and quantities of passes MTU on a field [5]. Therefore for overcoming of overcompaction it is rather important to improve MTU and technology of performance of the mechanized field works. Such strategy gradually becomes popular in northern European countries, the USA and Canada where even more often it is possible to see on fields MTU with dual and even threefold pneumatic tires of low pressure. It is important to note, that in the countries with the developed agricultural specialization are actively discussed or specifications of admissible specific pressure upon soil are already entered approximately same, as well as in Ukraine [6, 7, 8, 9]. Moreover, it becomes more popular routing and the careful control of movement MTU over fields on sowing, application of fertilizers, means of protection and harvesting which defines minimization of the area of compaction of fields [10] as the purpose. Ukraine, though initiated (one of the first) acceptance of the specification of admissible specific pressure upon soil, continues to apply multioperational separately carried out tillage by means of mainly energisaturated MTU. That and another demands more active modernization. Such means and technologies gradually should leave in the past owing to their obvious degraded influences on soil.

Excessive losses of organic substances owing to active loosening (too frequent and deep) is almost the main reason because of which the combined system of tillage demands change. Clearly: losses of humus occur not only owing to intensive tillage, but also because of absence of sufficient indemnification of organic substances of the soil spent during a mineralization. Directions of improvement of tillage for a long time are found and, moreover, regionated practically for any natural and economic conditions. They include wider application of the minimal ways of tillage down to refusal of soil tillage in general, that is stipulated by no-till technology. The minimal technologies of tillage become more and more popular and extend on all continents. Soils, their properties, water-temperature conditions, agricultural crops which promote of minimization to the prime, preseeding and interrow tillage are established. Opportunities of reduction of depth of tillage are found, soil-cultivating instruments by which use mechanical loading decreases for soils and decrease expenses of resources. But still various innovations could not eliminate of humus loss in ploughed up soils in the Ukraine.

According to agrochemical certification of humus loss in arable lands during last 40-50 years have occurred to average speed about 1 t/hectares per year with the tendency of decrease in losses to the end 80 – years of the last century. Last years humus losses are proceed, however their speed makes about 0,5 t/hectares per year [11]. However, according to these data exact estimations of temporary dynamics of the humus contents in soils are hardly probable possible because the sites in certification in each next round were different, and the routing way of sampling in

comparison with regular way owing to spatial heterogeneity of a soil cover gives obvious errors [12].

More reliable proofs of humus losses at application of the combined system of tillage are received in long stationary field experiences, and to compare expediently not efficiency of different systems of tillage on yields of cultures, as it is accepted in the majority of experiences [13], and bioefficiency virgin and arable soils. According to V.V.Degtyaryov [14], bioefficiency of the arable lands tilled by the combined way, was almost in 4,5 times less, than bioefficiency of a virgin soil. We shall note, that the humus content on these variants (in the top horizon) was accordingly 10,05 and 5,88 %, i.e. for 120 years (duration of a variant which plowed was such) the chernozem typical middle loam has lost almost half of humus contents. Clearly, that humus loss has occurred owing to its scarce balance, but, undoubtedly, and tillage promoted it. Not casually, therefore already for a long time there was a negative relation to a plough, a being basic instrument of tillage, and there were different variants of the minimal and no-till, at which humus loss do not occur, and even its gain in due course is marked. Generalization of a plenty of experimental data on an example of the American and European continents with obviousness prove it [15, 16].

Erosive soil losses. The combined tillage which leaves even for a short time a surface of soil in a friable condition of compaction and without a vegetative cover, thereby promotes sharp decrease in its antierosion stability and occurrence of water or wind erosion. Soil ability deposits to formation of a firm drain is much less than similar soil parameters of arable lands (accordingly 0,071 and 0,78 gr/s/m), received by artificial overhead irrigation [17]. At the same time it is enough to leave on a surface of soil 13-20 units/m pieces of stalks of corn in length of 15 cm or 200-300 units/m² of grains cover residues that it is reliable to protect soil from blowing [18]. To raise antierosion soil stability and by that to prevent erosive losses is possible, if on a surface not washed away by atmospheric precipitation crumbs would be created which would not be involved in a wind stream, or a constant protective vegetative cover would be supported. Clearly, that such offers became possible after carrying out of numerous research works and their successful introduction. Using approximately such approaches with different regional specificity appreciably have overcome catastrophic displays of erosion in the USA, Canada, Argentina, Brazil, Russia, and Kazakhstan. The ideal decision of a question would be replacement in Ukraine the traditional combined system of tillage by conservative one or no-till. The urgency of this action for Ukraine is extremely important if to consider, that about third of arable land is eroded by water and on 19 million in hectares there is a threat of wind erosion. And more because soil stability to erosion and other displays of physical degradation, long time exposed of plowing tillage, in due course decreases [2], and erosive losses, means, can increase.

Insufficient efficiency in droughty conditions. The combined technology of tillage depending on dryness of a climate offers many technological ways and means for improvement water supplying of plants. Soil perceives better atmospheric precipitation with deep plowing tillage in the autumn. Same formation of artificial crotovinas and other similar actions which raise a moisture soil capacity promotes to chinking. Unmoldboard loosening and leaving of residues on a surface not only serve as reliable protection against erosion, but also detain a snow, filling up water stock in soils in the spring. It is much developed agriways for preservations of the autumn-winter moisture which has been saved up by soil. As a matter of fact, the complex of spring and summer agritechnical operations is directed not only on clarification of a field from

weeds, but also on more effective utilization of a moisture. It would seem, it should reduce dependence on weather. But, unfortunately, it is necessary to recognize, that efforts are obviously insufficient. Even in Polissya (central and east provinces), Forest-Steppes (except for the Western province), let alone Steppe grown up agricultural crops suffer constant deficiency of a moisture.

In our work [19] was shown, that deficiency of a moisture promptly increases from northern territories of the country on the south and a southeast, and also during vegetation of field cultures. So-called spatial-temporary deficit of a moisture is formed. For example, at cultivation of a winter wheat, barley and a sugar beet in Left-bank Forest-Steppe temporary deficit of a productive moisture increases on the average on 10-15 mm for a month. Approximately on the same size spatial deficiency of humidifying increases to the south and a southeast on everyone of 100 km. Feature of a mode of humidifying consists that root layer practically all second half of vegetation does not contain energetically most easily accessible moisture. In other words, in soil there is no moisture above humidity of break of capillary connection. This disadvantages of an arable land does not allow to realize high potential of soil fertility, especially for cultures which ripen in the end of the vegetative period (for example, a sugar beet).

It proves necessity of increase of efficiency of an atmospheric moisture due to improvement of technologies and means of tillage. It seems, to these requirements satisfy the newest technologies - conservative and no-till.

Diversity of a field: to ignore or consider? Diversity (heterogeneity) of a soil cover concerning its properties which could define differentiation of a way, depths and amounts of tillage in space of a field, practically does not take into consideration at designing soil-cultivating techniques, technologists during performance of operations on soil tillage. Technologies of tillage on the soil area today are not differentiated, though the expediency precise tillage is completely justified, as, for example, spatial variability of blocks at preseeding tillage exceeds 25 % that makes such tillage effective on soddy-podsolic and chernozemic soils [3]. At the same time soils on a part of the researched plots had an insignificant level of blocks and it would be possible not to till them. Similar supervision over penetration resistance, structural of aggregates of a sowing layer and density of a layer under sowed seeds in case of their deviation from necessary parameters also allowed to prove necessity additional loosening and to improve starting conditions of ability to live of plants in those parts of a field in which there was such necessity. For the differentiated (precise) tillage of the land area it is not so obligatory to have the soil technical equipment, capable to perceive the instruction in the cartographical form, and to carry out tillage only there where there is a necessity in it. For this purpose the contours revealed as a result of inspection with adverse parameters need to be straightened to as much as possible justified rectangular form and to show the machine operator contours of a site which demand additional loosening. Benefit from this operation will be that greater, than greater area of not till part of a site.

For this reason on a question put in heading of this section, it is possible to answer so: the more diversity of the land area, that less it is necessary to ignore it.

Ambiguity rather of plow pan. It is known about plow pan only that it is formed as a result of soil tillage on the same depth owing to extreme high pressures in a contact zone between an edge of a plough and soil [20]. Despite of taken preventive measures (basically by periodic change of depth of a plowing), the condensed layer on border between arable and underarable layers is present practically always.

Basing on collected by us data [21], it is possible to approve, that if penetration resistance in plow pan exceeds 35-40 kg/cm², growth of roots in depth is limited. It means that at such penetration resistance adaptive opportunities of cultures, especially in conditions of disadvantages of an accessible soil moisture decrease. In fact growth of roots in depth of soil where always there is moisture, in these cases is extremely important. Simultaneously this means, that with plow pan it is necessary to struggle not only by preventive means, but also by means of deep loosening.

The combined technology, as a rule, does not provide to carry out of soil tillage more deeply 27-28 cm as the majority of field experiences were not accompanied by appreciable benefit of a deepening of a plowed land [13]. Really, the increase in a crop from a deepening of a plowed land in most cases was small, often unstable in time, very much depend on quality of observance of other elements of technology. At the same time it is necessary to pay attention that in conditions of experiences technological recommendations are observed, energisaturated MTU of the raised weight are seldom used and in general a standard of farming is higher.

Therefore, apparently, it is expedient to lead experiences with a deepening of a plowed land in conditions of manufacture at the careful control of soil penetration resistance in plow pan.

Precisely also, possibly, it is justified to investigate a role of underarable layer, especially in conditions of short soil profile, in a nutrition of plants. In fact this question till now is practically ignored by science officers and production workers. In this connection pertinently to remind, that in soils with superficial illuvial horizon, at presence of overcompaction, caused by alkalization or the residual phenomena of mechanical action on soil heavy texture, and in some cases and on light soils deep ameliorative, mainly unmoldboard, loosening appears useful enough [22]. In conditions of wide application of heavy MTU and frequent presence of overcompaction in underarable layers activation of these works is represented actual enough.

Uncertainty concerning no-till. Unfortunately, in Ukraine, basing mainly on experiments with direct sowing which results were inconsistent and are not convincing, the negative attitude to no-till was generated. However it is impossible to consider these experiments because direct sowing does not answer to no-till technology as it interrupts by superficial or deep plowing tillage, and constant upsoil cover is not supported. But just the majority of positive changes in soil on a background of no-till also is explained by accumulation of the vegetative rests on a surface and in a superficial layer. Owing to upsoil cover the superficial and intrasoil drain decreases, the balance of organic carbon and other biogenic elements improves, processes of degumification, issues of the gases, descending redistribution of substances are braked.

Last years no-till in the world promptly extends. The total area with such a way of tillage exceeds 100 million in hectares. Basically there are countries of the American continent. Interest to no-till increases in Asia and Africa. Only in Europe the rates of introduction of this way remain minimal. Even in France where field experiences with no-till have been conducted from 70-years of last century with mainly positive results, in manufacture it is no more than 100 thousand in hectares. There are quite a few reasons - the small size of farms, significant grants to farmers who do not stimulate them to innovations, absence of effect at the first stages of introduction, significant expenses for techniques and means of protection of plants, and, eventually, there are simple stereotypes of thinking and conservatism. Besides there is overproduction of

agricultural products in the western European countries which also does not promote introduction of new technologies affects.

The European experience has given many bases for the cautious attitude to no-till. In particular, the basic soil-climatic conditions which constrain its wide circulation have been established:

- Heavy, sandy, stony on texture, overmoistening, gleyed and weak structural, forming crust, soils;
- The cold damp spring constraining of nitrification and causing nitric starvation of plants;
- A contamination, presence of mouse rodents and illnesses.

Thus, no-till is accompanied with paradoxical collisions. On the one hand, impressing results in the countries of South America which for short time have transferred archaic backward agriculture on rails of modern highly technological and productive managing, and on the other hand - almost full ignoring of this technology by the countries of the Europe.

According to our estimations [16], the majority of Forest-Steppes and Steppes soils of Ukraine are entirely suitable for development under no-till technology. It confirms quite long experience «Agrosojus» of the Dnepropetrovsk region. But, certainly, to overcome uncertainty concerning this technology it is necessary to lead field experiments and by that to develop adaptive to our soil-climatic and economic conditions variants of the technology, capable to eliminate its her unresolved aspects.

Similar decisions are necessary and for introduction of other soil-protective technologies – conservative, precise, maintaining, organic, contour-ameliorative. In our opinion, the greatest attention is deserved with conservative technology and the balanced agriculture which soil-protective effect is obvious and at the same time they are underestimated in Ukraine.

Conservative agriculture is the technology of land tenure directed on the greatest possible preservation of a biodiversity, structure and soil properties, protection from degraded processes (erosion, humus losses, overcompaction, etc.). This technology dominates over the USA, Canada, western – and central European countries. It foresees use of soil-protective crop rotations, the minimal ways of tillage, others agriways, directed on preservation of a surrounding environment, and also the grant to farmers who stimulate its introduction. Conservative agriculture assists preservation of soil physical properties. A lot of components of conservative agriculture are perspective for improvement of the combined technology of tillage in the Ukraine.

The balanced agriculture is essentially new type of steady land tenure which provides a harmonious ratio between anthropogenous loading and natural potential of soils to restoration both high-grade productive and ecological functioning. Though the balanced agriculture is focused first of all on creation all over again simple, and then expanded reproduction of soil fertility and gradual formation of preconditions for steady agriculture, the prevention of physical degradation and, in particular, nonadmission of excess of mechanical loadings, usually considers.

The contents and the organization of skilled affairs on soil tillage. We shall remind, that the choice of tillage technology in Ukraine is on the basis of long, stationary field experiences which are conducted practically in each region. Researchers are carried out in a crop rotation with application of different levels of fertilizers. Results are a basis of zone (regional) technologies of the prime, preseeding and interrow tillage under grown up in the field of agricultural crops.

The condition of researches on soil tillage in Ukraine, unfortunately, today is characterized by a number of disadvantages. Among them:

- the quantity of stationary experiences is insignificant, it does not cover a variety of soil-climatic and economic conditions, and last years in general is reduced;
- practically there are no experiences on studying new technologies of tillage (no-till, precise, conservative and others), of new soil-cultivating instruments and the combined machines;
- the list of accompanying researches in experiences is quite small, limited only by modes of humidifying, of soil humus and a nutrition of plants, the account of a crop and less often than its quality. Supervision over changes of soil physical properties is carried out under the reduced program, physic-mechanical soil properties are not studied in general;
- coordination of researches is carried out only within the limits of National Academy of Agrarian Sciences. Only in establishments of this academy schemes of experiences and programs of supervision are discussed. In educational institutes which are carried out many experiences, similar work is not spent;
- in schemes of experiences modern methods of mathematical planning of experiment that does not allow to develop technologically, ecologically and economically proved systems of soil tillage are not used.

But the following circumstance is more important, apparently: by results of the lead field experiences it is difficult enough to establish an orientation of soil anthropogenous evolution, speed of properties change and processes, especially in conditions of application raised and complex (mechanical + chemical + ameliorative) loadings.

Even dominating soils are not captured by experiments (for example, chestnut solonetzic in Steppe, flooded, declivity, peat and others). There are no experiences on not arable lands. Experiences on the tasks are badly compatible among themselves, various their schemes, in them it is very difficult to select variants which simulate different (especially perspective) loadings. There are few complex experiences in which different technologies - instruments of tillage are simultaneously tested, fertilizers; means of protection, ameliorative ways, i.e., intensive technologies with the maximal anthropogenous influence are simulated.

At the same time in the country, almost in each scientific institute and high school of an agrarian structure, the huge quantity few factorial experiences which have the limited scientific value (at the best for dissertational works or with the purpose of improvement separate agriways) is conducted. These experiences, as a rule, are not registered, their schemes are not considered by competent researchers, the coordination commissions by experiences have narrow departmental character and even within the limits of one department, it has not succeeded yet to achieve the agreement of the coordination commission, for example, on agrochemical questions with other commissions (on tillage, agrienvironment.).

As a rule, interpretation of the fruitful data received in experiences, is insufficient. The reasons of the lowered crops usually full do not reveal the references most widespread in these cases to a bad weather. To draw conclusions about dynamics of soil processes of such experiences is quite difficultly. Besides, experiences are conducted only in automorphic conditions on the most widespread soils, to develop a high-grade control system of fertility of all arable lands on their basis is impossible. The recommendations are limited usually to the general notes which do not cover all possible situations in a concrete facilities.

In this connection it is necessary to note, that in the countries with old experience of conducting field experiments (for example, in England, Denmark, Sweden) there is a corresponding council on experiences which conducts all scientifically-organizational work: it considers and approves schemes of experiences, generalizes the information received in experiences and gives out recommendations. Any field stationary experience cannot be incorporated and lead without the decision of Council in the country. In Sweden to provide independence and objectivity of results the special association on agreement of Council carries out experiments. Conducting experiences is paid from the state budget.

Skilled business on soil tillage in Ukraine demands reorganization:

- It is necessary to make detailed inventory of all field experiences and to range them, at least, on 2 levels: the state and regional value;

- Within the limits of Ministry of Agrarian Policy and Food and National Academy of Agrarian Sciences to create Council on experiences with the rights of the legal person for the organization of all scientifically-organizational work and conducting experiences of the state level. Under such it is necessary to consider the multifactorial experiences incorporated in view of primary factors of natural both economic value and having the purpose development of conceptual parameters new agritechnologies, and also supervision over changes of the basic parameters of fertility;

- Experiences which have received the state status, it is necessary to finance Council from the central budget. Conducting such experiences it is possible to charge to establishments NAASU, the State Center of Soil Fertility Protection and to its regional branches (now Institute of Soil Protection);

- As experiences which pursue the purpose of improvement local agritechnologies, it is expedient to conduct regional experiences due to local budgets or unappropriated means, but their schemes and the program need to be coordinated and agreed and registered in Council.

It is necessary to believe, that when experiences of the state level will be placed in view of agrisoil divisions into districts, kinds and levels of anthropogenous loadings and besides their schemes will answer modern methods of planning of experiment and their opportunity will subject to universal ways of mathematical processing, there will be a real opportunity to use all advantages which stationary field experiment has.

It is necessary to note, that, for example, 18 stationary experiences are carried out in France only within the limits of National Institute of Agronomical Researches (analogue NAASU) on soil tillage, almost in each soil province. In them cycles and issue of carbon, other biogenic elements, risks of erosion and a drain, pollution of soil and superficial waters, biological properties and a biodiversity, physical, chemical properties, social and economic aspects are studied.

In connection with the stated experience of studying of tillage technologies wider program of accompanying supervision is important which should answer, at least, on following questions:

- an estimation (forecast) of an acceptability or unacceptability of soil-climatic conditions for introduction of new technologies;

- optimum management of weeds and illnesses (speech should go about as much as possible to lower expenses for chemical ways at a satisfactory level of crops);

- harmonization of relations between cover and basic cultures (under condition of approbation of no-till technology);

- the adapted regional crop rotations;

- systems of technical maintenance;

- an estimation of antierosion efficiency;
- optimization of water and nutritious modes, increase of efficiency of the brought fertilizers, decrease in their losses;
- an objective estimation of accumulation (sequestration) of organic carbon.

The majority of unsolved agronomical questions in this or that way is connected with ecological and economic consequences. Therefore they in any way cannot be neglected.

Conclusions. Formation of blocks, reduction of the contents of agronomical useful fraction of structure, overcompaction and consolidation of soils, excessive losses of organic substances, erosion, and low efficiency in conditions of a drought - here are the incomplete list of negative consequences of the combined technology of soil tillage most widespread in Ukraine. Besides in the country there is uncertain an attitude to no-till, conservative, precise and to another soil saving systems of tillage. Skilled business in soil tillage requires modernization.

References

1. Medvedev V.V. Soil structure (methods, genesis, classification, evolution, geography, monitoring, protection). Kharkiv: Publishing House "13 press", 2008.- 406 pp. (Rus.)
2. Medvedev V.V. Physical degradation of chernozems. Diagnosis, causes, consequences, prevention.- Kharkiv: Publishing House "13 press", 2013.- 326 p. (Rus.)
3. Medvedev V.V., Laktionova T.N. Soil-technological zoning of arable land of Ukraine. Kharkiv: Publisher "13 Printing house", 2007, 395 p. (Rus.)
4. *Overcompaction of arable soils* (causes, effects, ways of reducing) (Ed. by corresponding member of USSR Academy of Sciences V.A.Kovda). M.: Nauka, 1987.- 216 p. (Rus.)
5. Medvedev V.V., Lyndyna T.E., Laktionova T.N., Bulk density of soil. Genetic, environmental and agronomic aspects. Kharkiv: The city printing house, 2004.- 244. (Rus.)
6. Hakansson I., Medvedev V.V. Protection of soil from mechanical overloading by establishing limits for stresses by heavy vehicles// Soil Tillage Research, 1995.- V.35.- P.85-97.
7. Hakansson I. Machinery-induced compaction of arable soils. Incidence-consequences-counter measures. Uppsala. Swedish University of Agricultural Sciences. Report of Soils Sciences Department. 109.- 2005.- 153 pp.
8. Tijink F.G.J., van den Linden. Engineering approaches to prevent subsoil compaction in cropping system with sugar beet// Advances in Geocology, 2001.- V. 32.- pp. 442-452.
9. Durr H., J., Petelkau H., Sommer C. Literaturstudie Bodenverdichtung. Institut für Betriebstechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Volkenrode (Fal). 1995, 203.
10. Dumas W.T., Komurer F.A., Smith K.A. Controlling traffic increases cotton yields// Highlights Agr. Res., 1972.- V.19, 2.- 16 pp.
11. *National Report on protection of soil fertility in Ukraine* (S.A Baliuk, V.V. Medvedev and other editors). Kyiv, 2010.- 112 p. (Ukr.)
12. Samsonova V.P., Meshalkina Yu.L., Dmitriev E.A. Structure of spatial variability of agrochemical properties of arable sod-podzolic soil. In the book.: EA Dmitriev. Theoretical and methodological problems of soil science. GEOS, Moscow, p. 318-331. (Rus.)
13. Gordienko V.P., Maliyenko A.M., Hrabak N.H. Progressive tillage systems. Simferopol., 1998. 279 p. (Ukr.)
14. Degtyaryov V.V. Chernozem humus of Forest-Steppe and Steppe of Ukraine. Kharkiv: Maidan, 2011.- 359 p. (Ukr.)
15. Lal R., Kimble J.M., Follett R.F., Cole C.V. The potential of USA arable land on carbon sequestration and mitigation of the greenhouse effect. Sleeping Bear Press, Inc. 1998, 128 p.
16. Medvedev V.V. No-till in Europe. Kharkiv: Ltd. "Edena", 2010.- 202 p.(Rus.)
17. Chorny S.G. Methodical and methodological problems of factors evaluation of erosion process. Chapter 6. In the book: "Modern Problems of Erosion Science" (Ed. by A. Svetlychny). Belgorod: Constanta, 2012.- p. 222-266.(Rus.)
18. Veshko E.I., Ryzhykov D.P., Burakov V.I. Assessment of surface wind resistance of ordinary chernozem of Donetsk region using wind installation PAC-3. In book: "Wind erosion and soil fertility", Moscow, "Kolos", 1976, p. 59-65. (Rus.)
19. Medvedev V.V., Laktionova T.N., Dontsova L.V. Soil water properties of Ukraine and water supply for agricultural crops. Kharkiv: Ltd. Apostrof, 2011.- 224 p. (Rus.)

20. Kushnarev A.S. Soil Mechanics: challenges and status of work // Mechanization and electrification of agriculture. M., 1987, N 3, P. 9-13. (Rus.)
21. Medvedev V.V. Physical properties and mode of plow pan occurrence in different types of arable soils // Soil Science, 2011.- № 12.- P. 1487-1495. (Rus.)
22. Kazakov V.S. Deep reclamation soil rippers // Journal of Agricultural Science.- Moscow, 1980.- N 4, 119-127. (Rus.)

Стаття надійшла до редколегії 25.07.2013

НЕВИРІШЕНІ ПРОБЛЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В УКРАЇНІ

В.В. Медведєв

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

Розглянуто недоліки найбільш розповсюджені в Україні комбінованої технології обробітку, а саме: погіршення фізичних властивостей ґрунтів, надмірні втрати органічної речовини, посилення схильності ґрунту до ерозії, зниження його вологозберезувальної здатності тощо. Внесено пропозиції щодо удосконалення технології і дослідної справи з обробітку ґрунтів.

Ключові слова: комбінований обробіток, недоліки, удосконалення технології і дослідної справи.

УДК 631.43

ПРОЯВЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ДЕГРАДАЦИИ В РАСПАХИВАЕМЫХ ПОЧВАХ

В.В. Медведев, И.В. Плиско

ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского»
(vmedvedev@ukr.net)

В результате исследования 6 полей в Полесье, Лесостепи и Степи Украины установлены признаки физической деградации – глыбистости в поверхностном слое и переуплотнения в пахотном слое и в плужной подошве. Физическую деградацию диагностировали по отношению к оптимальным, модальным и предельно допустимым параметрам, полученным, соответственно, в модельных опытах, на основе массовых определений и расчетным способом. Глыбистость проявляется повсеместно, что свидетельствует об ухудшении процесса структурообразования на пашне. Переуплотнение чаще всего проявляется на краях полей и в понижениях, где больше сказывается воздействие ходовых систем машинно-тракторных агрегатов. Обработку полей следует осуществлять по технологии точного земледелия, так как глыбистость и переуплотнение в пахотном слое и в плужной подошве не имеют сплошного характера.

Ключевые слова: глыбистость, плотность сложения, твердость, физическая деградация.

Вступлення. Основной причиной переуплотнения почв является превышение уровня механической нагрузки способности почв к восстановлению модальных (наиболее вероятных) параметров равновесной плотности сложения [14]. Для чернозема типичного тяжелосуглинистого, если осенью его плотность сложения превысила 1,3-1,4 г/см³, к весне следующего года он не разуплотнился и такое состояние сохранялось в течение 6 лет [20]. В литературе отмечаются случаи, когда переуплотнение сохраняется значительно дольше – до 10 и даже до 20 лет [8, 30, 31]. Переуплотнение особенно нежелательно для отдельных почвенных агрегатов, ибо они становятся недоступными для корней, что уменьшает полезный объем почвы за счет внутриагрегатной пористости, где в

основном осуществляется водно-минеральное питание растений [10, 26, 27]. Одновременно отмечаемое возрастание межагрегатной пористости приводит к ускоренной аридизации пахотного слоя в весенний период [10, 16].

В результате всего лишь небольшого переуплотнения почва теряет способность к качественному крошению даже в физически спелом состоянии (18). Полагаем, что именно переуплотнение пахотных почв привело к массовому проявлению глыбистости на распахиваемых полях при обработке. Имеются прогнозные оценки, что при основной обработке примерно на 12 % площади пашни страны глыбистость превышает допустимую величину в 30 %, а при предпосевной обработке, когда глыб не должно быть вообще, на 83 % пашня имеет на поверхности то или иное количество глыб [15].

Из-за недостатка полевых почвенно-физических наблюдений и, соответственно, отсутствия прямых доказательств вреда, переуплотнение и глыбистость пахотных почв в производстве недооцениваются. Принятый еще в 2007 г. стандарт [7], ограничивающий давление на почву ходовых систем машинно-тракторных агрегатов и число их проходов, фактически не действует. Маршрутизация движения технических средств по полю при выращивании культур, позволяющая в 2-3 раза сократить площадь уплотнения [19, 28, 29], не используется. Не находят применения и другие приемы устранения переуплотнения почв и особенно сдвиг шин, что стало широко распространенным способом на американском и европейском континентах. Характерно, что, в недавних рекомендациях производству, подготовленных НААНУ [21], приемы преодоления физической деградации фактически не упоминаются.

Цель статьи – на основании полевых исследований в шести длительное время распахиваемых полях, расположенных в основных природных зонах страны, выявить реальные признаки физической деградации, относящиеся к структуре и плотности сложения в пределах обрабатываемого слоя. Оценка физического состояния будет произведена по отношению к оптимальным величинам соответствующих показателей, ранее полученных в модельных опытах [17], по отношению к модальным показателям, извлеченным из базы данных свойств почв [9], а также по отношению к предельно допустимым показателям, полученным расчетным способом [6]. Использование нескольких эталонов для сравнения и оценки почв, как мы показали [13], позволяет получить более точную характеристику современного состояния почв и выработать эффективные предложения для его улучшения.

Объекты и методы исследований. Основным методом исследований, использованным в данной работе, был геостатистический. Для этого в поле закладывали регулярную сеть элементарных делянок, каждая из которых имела размер 5х5 м. Делянки были геопозиционированы для согласованного отбора образцов почв и учета урожая. В поле измеряли плотность сложения в пахотном и подпахотном слоях (метод колец, объем кольца 100 см³, повторность – 5-кратная), твердость – до глубины 35 см (метод Ревякина, плунжер плоского типа, повторность 10-кратная), влажность почвы – на тех же глубинах, что и плотность сложения (метод высушивания при температуре 105 °С, повторность – 5-кратная), отбирали почвенные образцы для определения глыбистости. Время полевых исследований – через 2-2,5 месяца после последней обработки, то есть, измерениями характеризовали равновесное состояние физических свойств почв

[22, 17]. В полевых условиях определяли урожай культур на 1 м² в 5-кратной повторности.

В лабораторных условиях определяли содержание глыб (метод Саввинова, 4-кратная повторность), и осуществляли статистическую и геостатистическую обработку данных. Результаты обработки, доказывающие наличие достоверной пространственной неоднородности почв, детально рассмотрены в работе [11]. В данной статье основное внимание будет сосредоточено на анализе 2-D-диаграмм и распределении в исследованных полях контуров с различными параметрами глыбистости и плотности сложения. Для обработки использовали стандартную программу Surfer и интерполяционную методику Kriging.

Для выявления негативных изменений структуры и сложения почв, возможной их деградации полученные данные, как упоминалось выше, сравнивали с оптимальными, модальными и предельно допустимыми значениями.

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

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

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

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

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

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

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

Из ранее полученных результатов приведем лишь результаты изучения пространственной вариабельности физических свойств исследованных полей,

которые свидетельствуют об их умеренной и повышенной неоднородности (табл.1)

1. Коэффициенты пространственной вариации физических свойств в почвах исследованных полей

Поле	Глыбы в поверхностном слое	Равновесная плотность в пахотном слое	Твердость	
			пахотный слой	плужная подошва
Колки	-	0,06	0,18	0,19
Романив	-	0,11	0,27	0,25
Ведильцы	0,64	0,05	0,27	0,10
Коммунар	0,70	0,05	0,16	0,14
Коротыч	0,57	0,08	0,19	0,18
Донецк	0,43	0,10	-	-

Результаты и их обсуждение. Физическая деградация означает устойчивое ухудшение физических свойств и режимов почв, имеющее своим следствием снижение плодородия и урожая возделываемых культур. В проекте государственного стандарта Украины [2] физическую деградацию предлагается оценивать по содержанию агрономически полезной структуры, ее водоустойчивости и равновесной плотности сложения. Степень деградации определяется по отклонению любого из перечисленных показателей от начального или эталонного значения. Например, если отклонение равновесной плотности не превышает 10 %, считается, что деградация отсутствует. Каждые следующие 10 % усиливают степень деградации, а когда отклонение превысит 40 %, деградация считается катастрофической. Под эталоном подразумевается почва с показателями в начальный период использования, а деградированной считается почва, приобретшая новые, ухудшенные показатели после некоторого периода использования. Важно обратить внимание, что новые показатели должны быть устойчивыми. Иначе говоря, почву, которая способна восстановить природные физические показатели, нельзя назвать деградированной.

В процессе выявления деградации важно знать характерное значение любого физического свойства для данной почвы, присущее ее генетическому статусу, его возможные изменения в процессе использования, способность почвы восстанавливать присущие ей параметры либо фиксировать их на некотором новом уровне после приложения антропогенной нагрузки. Методически наиболее верной была бы отметка о состоянии почвы на начальном этапе ее использования и слежение за изменением ее свойств в процессе такого использования. Иначе говоря, для точной диагностики деградации нужен мониторинг состояния почвы на целине и в условиях применения различных по интенсивности технологий. К сожалению, такое условие не всегда выполнимо, так как физические свойства не исследовались ни при крупномасштабном почвенном обследовании, ни при агрохимической паспортизации полей, ни, как правило, при любом другом обследовании почвенного покрова. Фактически физические свойства не изучаются в процессе мониторинга и в большинстве европейских стран и даже в тех из них, где мониторинг проводится давно и на высоком уровне – Германии, Австрии, Швеции [13].

Кроме того, вследствие практически сплошной распаханности почв в Украине найти подходящий объект для сравнения, находящийся в целинном состоянии, довольно сложно. По этой причине нужно воспользоваться иными

способами. Например, найти модальные (наиболее часто встречающиеся характеристики физического состояния почвы) и воспользоваться ими как нулевыми отметками. В других случаях, полезными окажутся начальные наблюдения за почвой. Например, при закладке стационарного полевого опыта. Возможно и в ряде случаев очень полезно испытание почвы в искусственных условиях после приложения, как правило, повышенных нагрузок, то есть, моделирование. Этот способ позволяет получить параметры недопустимых нагрузок, приводящих к необратимой физической деградации почвы. Например, при очень высоком вертикальном давлении, имитирующем давление ходовых систем мобильных сельскохозяйственных агрегатов на почву [14].

В некоторых случаях необходимо оценить процесс, противоположный деградации, или процесс окультуривания почвы, которая в результате применения почвоулучшающих мероприятий стала лучше. Для этого следует установить реальные ключевые физические параметры (обычно, это содержание агрономически полезной структуры, ее водоустойчивость и плотность сложения) в равновесном состоянии и сравнить эти показатели с оптимальными по отношению к наиболее распространенным в зоне сельскохозяйственным культурам. Сравнение покажет, насколько были эффективны почвоулучшающие мероприятия и нужны ли еще какие либо меры, чтобы приостановить физическую деградацию почв.

Важный вопрос методики выявления физически деградированной почвы – время проведения измерений, ибо ключевые агрофизические свойства (структура и плотность) – динамичные показатели. Поэтому их исследование обязательно нужно проводить, когда они находятся в равновесном состоянии, примерно спустя 0,5-2,0 месяца после последней обработки. К сожалению, время, в течение которого физическое состояние почв уравнивается, исследовано недостаточно. Поэтому приведенные придержки являются ориентировочными. Они основаны лишь на наших исследованиях, проведенных на черноземах различного грансостава. Короткое время уравнивания почвы (время релаксации) относится к почве легкого, более продолжительное – тяжелого грансостава.

Итак, деградированной следует признать почву, физические свойства которой необратимо ухудшены в сравнении с природным аналогом, целиной либо длительно нераспахиваемой залежью (либо ренатурализованным вариантом той же почвы). При невозможности получения таких сравнительных данных приемлем способ (но только для ориентировочной оценки), когда в качестве нулевой отметки используются средние показатели для той же распахиваемой почвы (модальные параметры), находящейся в подобных природно-климатических и хозяйственных условиях.

Используя указанные подходы, определим оптимальные, модальные и предельно допустимые показатели физических свойств почв применительно к исследованным полям. Только после сравнения полученных показателей с реальными окажется возможным оценить современное состояние физических свойств, уровень их деградации либо окультуренности. Для этого воспользуемся следующей информацией:

– оптимальные показатели уплотнения определим (точнее, экстраполируем) на основании обобщения специальных микрополевых опытов, выполненных нами ранее [16]. При этом из почти 90 учтенных нами опытов выберем те, что проведены на соответствующих нашим полям почвах, того же

грансостава и только с зерновыми колосовыми культурами (табл. 2, 4 и 5);

– модальные параметры содержания глыб в поверхностном слое, плотности сложения и твердости в пахотном слое и в плужной подошве – это средние величины для соответствующих глубин, полученные из наблюдений на исследованных полях (табл.3). Так как глыбистость почв глинисто-песчаного и супесчаного грансостава пренебрежимо мала, эти поля в расчет не принимали;

– предельно допустимая плотность сложения – это расчетные параметры, исходя из требования о том, что содержание воздуха в почве не должно быть ниже 15 % при наиболее вероятной влажности, при которой почва обрабатывается, – около 0,6-0,7 наименьшей влагоемкости (табл. 2,4,5);

– предельно допустимая твердость в пахотном (фактически в подсеменном слое, ограничивающая формирование корней 1-го порядка), в поверхностном слое (ограничивающая прорастание семян) и в плужной подошве (ограничивающая рост корней в глубокие слои и тем самым препятствующая адаптации культур к недостатку влаги) – на основании многочисленных отечественных, зарубежных и наших работ, обобщенных в книге [13], (табл. 4,5);

– предельно допустимая глыбистость – из агротребований к посевному слою [1], работ [3] и [4], (табл.3).

Предельно допустимые показатели физических свойств, определяемые содержанием воздуха в 15 % и глыбистостью в 35 %, являются чрезвычайно жесткими. Они практически ограничивают микробиологическую деятельность аэробной микрофлоры, приостанавливают минерализационные процессы и поступление элементов питания в корни растений, полностью погашают преимущества структурной почвы [4,6,17]. Поэтому такие показатели корректнее отнести к недопустимым, и уж если они в почве обнаруживаются, то ее однозначно следует считать деградированной и вообще вывести из пашни.

2. Оптимальная (при возделывании зерновых колосовых культур), модальная равновесная и предельно допустимая плотность сложения в обрабатываемом слое в почвах различного грансостава

Плотность	Плотность сложения, г/см ³ в почвах разного грансостава		
	Песчаные, глинисто-песчаные и супесчаные (преимущественно почвы Полесья)	Легко-, средне- и тяжелосуглинистые (преимущественно почвы Лесостепи)	Тяжелосуглинистые и легкосуглинистые (преимущественно почвы Степи)
Оптимальная	1,35-1,45	1,10-1,25	1,15-1,30
Модальная равновесная	1,50-1,55	1,10-1,30	1,20-1,35
Предельно допустимая	1,65	1,35	1,40

3. Оптимальное, модальное равновесное и предельно допустимое содержание глыб размера >10 мм в посевном (пахотном) слое почвы исследованных полей (для наиболее распространенных почв)

Поле	Содержание глыб, %		
	оптимальное	модальное	предельно допустимое
Ведильцы	0 (5)	16,6	10 (35)
Коммунар	0 (5)	16,9	10 (35)
Коротыч	0 (5)	18,3	10 (35)
Донецк	0 (5)	22,6	10 (35)

4. Оптимальная, модальная равновесная и предельно допустимая плотность сложения и твердость в пахотном слое исследованных полей (для наиболее распространенных почв)

Поле	Параметры плотности, г/см ³ и твердости (в скобках), кгс/см ²		
	оптимальные	модальные равновесные	предельно допустимые
Колки	<1,45 (<20)	1,47 (21)	1,65 (20)
Романив	<1,35 (<20)	1,19 (18)	1,60 (20)
Ведильцы	<1,40 (<20)	1,40 (23)	1,60 (30)
Коммунар	<1,25 (<20)	1,30 (21)	1,35 (30)
Коротыч	<1,25 (<20)	1,31 (11)	1,35 (30)
Донецк	<1,30 (<20)	1,16 (-)	1,40 (30)

5. Оптимальная, модальная равновесная и предельно допустимая плотность сложения и твердость в плужной подошве исследованных полей (для наиболее распространенных почв)

Поле	Параметры плотности, г/см ³ и твердости (в скобках), кгс/см ²		
	Оптимальные	Модальные равновесные	Предельно допустимые
Колки	<1,45 (<30)	1,49 (32)	1,50 (40)
Романив	<1,40 (<30)	1,38 (29)	1,40 (40)
Ведильцы	<1,45 (<30)	- (39)	1,45 (40)
Коммунар	<1,30 (<30)	1,27 (37)	1,35 (40)
Коротыч	<1,30 (<30)	1,50 (24)	1,35 (40)
Донецк	<1,30 (<30)	1,36 (-)	1,30 (40)

Сравнивая модальные значения физических свойств с оптимальными и предельно допустимыми значениями, отметим, что наиболее неблагоприятная ситуация складывается с глыбистостью. Ведь глыбы при посеве не допускаются вообще, в то же время на всех полях они присутствуют в значительных количествах. Подчеркнем также, что и модальная плотность сложения в 3-х из 6-ти полей превышает оптимальную, что, как известно, ограничивает применение минимальной обработки. Причем последнее касается даже черноземных почв, где, как считается [22], возможности минимализации наибольшие. Но более всего тревожит то, что на части полей модальные значения очень близки к предельно допустимым, что (вместе с явными проявлениями глыбистости) однозначно свидетельствует о неблагоприятной направленности почвообразовательных процессов на старопахотных почвах и, скорее всего, развитии физической деградации.

Далее опираясь на пространственные наблюдения глыбистости, плотности и твердости в исследованных полях, полученные в результате геостатистической обработки 2-D-диаграммы (показаны в работе 11) и перечисленные в табл. 3-5 оценочные параметры, выясним, каковы площади полей, где реальные параметры выше оптимальных, модальных и предельно допустимых значений (табл. 6). Оказалось, что площади контуров с параметрами, превышающими оптимальные и модальные значения, значительны. И лишь площади со значениями, превышающими предельно допустимые, за небольшими исключениями, невелики.

6. Площади контуров в исследованных полях с показателями, превышающими оптимальные, модальные и предельно допустимые параметры физических свойств

Поля	Содержание глыб >10 мм в поверхностном слое после обработки		Равновесная плотность сложения в пахотном слое		Плужная подошва			
					плотность сложения		твердость	
	га	%	га	%	га	%	га	%
Превышающие оптимальные значения								
Колки	-	-	6	55	8	77	11	100
Романив	-	-	4	6	2	3	51	81
Ведильцы	2	2	14	13	-	-	96	91
Коммунар	5	16	3	91	-	-	28	93
Коротыч	0,3	1	22	71	-	-	5	15
Донецк	49	97	1	2	38	77	15	30
Превышающие модальные значения								
Колки	-	-	5	46	5	47	6,2	56
Романив	-	-	2	3,5	15	24	24	38
Ведильцы	45	43	45	43	-	-	65	62
Коммунар	12	39	8	27	-	-	15	49
Коротыч	14	45	14	44	-	-	16	52
Донецк	22	45	24	48	32	63	18	37
Превышающие предельно допустимые значения								
Колки	-	-	0	0	5	47	0	0
Романив	-	-	0	0	13	2	0,3	0,5
Ведильцы	0,2	0,2	0	0	-	-	60	57
Коммунар	1,2	4,1	2	6	-	-	3	10
Коротыч	0,2	0,5	4	12	-	-	0	0
Донецк	0,3	0,6	1	2	8	15	6	10

Мы склонны считать, что на части полей, где реальные физические параметры почвы превышают модальные, развиваются процессы, которые могут привести к физической деградации. В той же части полей, где физические параметры превышают предельно допустимые, физическая деградация, несомненно, уже присутствует. Более того, если сопоставить модальные параметры физических свойств тех же почв (по крайней мере, хорошо изученных в данном аспекте черноземных почв) с аналогичными параметрами на целине (14), то утверждение о частичной деградированности исследованных полей станет более обоснованным. Значительные площади (57 % или 60 га) с твердостью, превышающей предельно допустимые значения в поле Ведильцы объясняются тем, что это уже не плужная подошва, а начало очень плотного иллювиального горизонта. Углубление пахоты в этом месте крайне нежелательно, а уж если без этого обойтись нельзя, его вовлечение в пахотный слой следует осуществлять, одновременно применяя комплекс мелиоративных мероприятий

Подчеркнем: высказанное утверждение о деградации части полей скорее является гипотетическим, ибо продолжительных наблюдений мы не имеем, поэтому утверждать, что приобретенные параметры являются устойчивыми, мы не можем. Вероятно, корректнее всего эти части полей назвать временно деградированными. Ведь известны случаи, когда ренатурализация, или вывод

таких полей под постоянное залужение, приводит к реставрации их свойств подобно целинной почве [14].

Если попытаться дать интегрированную оценку физической деградации почв исследованных полей, то, используя оценки С.А. Балюка и др. [2], ее можно считать слабой и умеренной. Вероятнее всего к деградированным следует отнести части полей, параметры которых находятся между теми, что превышают модальные значения и теми, что являются недопустимыми. Однако, эту неопределенность можно устранить лишь путем дополнительных исследований. Поэтому повторим, что за неимением результатов исследований в условиях длительного последствия, обнаруженную нами физическую деградацию корректнее оценить как временную.

При анализе пространственного распределения физических свойств в исследованных полях на 2-D-диаграммах, совмещенных с топографическими картами, обратили внимание на то, что показатели плотности и твердости обрабатываемого слоя изменяются в зависимости от высоты местности и технологических особенностей выполнения машинно-тракторных операций. Полученные данные были объединены в 3 группы: на возвышенных частях полей, на их краях, где машинно-тракторные агрегаты совершают развороты, погрузку и разгрузку бункеров сеялок, удобрителей и комбайнов, и в пониженных частях полей. Результаты такого анализа отражены в табл. 7. Хорошо заметно, что на краях полей и в микропонижениях равновесные показатели плотности и твердости возрастают. В микропонижениях, к тому же, плотность и твердость возрастают даже в сравнении с краями полей. Причина, кажется, очевидна: повышенное количество проходов МТА в первом случае, а во втором – опять-таки давление ходовых систем в условиях повышенной влажности. Ведь перепады высот, приводящие к перераспределению влаги, во всех исследованных полях были весьма существенными. Например, в Романове – до 10 м, в других полях – 6-8 м.

7. Плотность сложения и твердость в различных частях исследованных полей

Поле	На возвышенной части поля		На краю поля, в местах разворота МТА		В микропонижениях	
	плотность, г/см ³	твердость, кгс/см ²	плотность, г/см ³	твердость, кгс/см ²	плотность, г/см ³	твердость, кгс/см ²
Колки	1,35	16	1,60	24	1,52	27
Романив	1,15	15	1,25	22	1,30	26
Ведильцы	1,25	20	1,42	28	1,47	31
Коммунар	1,20	23	1,36	26	1,40	27
Коротыч	1,20	15	1,35	20	1,46	18
Донецк	1,05	10	1,25	14	1,30	14

Пространственная неоднородность показателей плотности и твердости служит причиной пестроты урожая на полях [23-25]. Особенности неоднородности урожайных данных на исследованных полях были нами проанализированы ранее [11]. Здесь же обратим внимание на то, что причиной пестроты урожая, несомненно, являются физические свойства, в том числе, глыбистость, плотность и твердость. На это указывают данные, представленные в табл. 8.

Столь выраженная неоднородность полей, проявляющаяся в закономерном изменении в исследованных полях глыбистости, плотности и твердости, которые вполне обоснованно рассматриваются в качестве индикаторов способов и интенсивности обработки [11], разумеется, требует ее пространственной дифференциации. Такие поля должны стать объектом точного земледелия, экономические и почвоохранные преимущества которого доказаны в практике зарубежного и отечественного земледелия [12].

8. Коэффициенты парной корреляции между урожаями культур и физическими свойствами почвы

Показатели почв	Слой почвы, см	Коэффициенты корреляции
Содержание глыб	0-10	- 0,57
	0-5	- 0,68
	10-15	- 0,70
	20-25	- 0,60
Плотность сложения	30-35	- 0,48
	0-10	- 0,79
	10-20	- 0,77
	20-30	- 0,70
Твердость	30-40	- 0,64

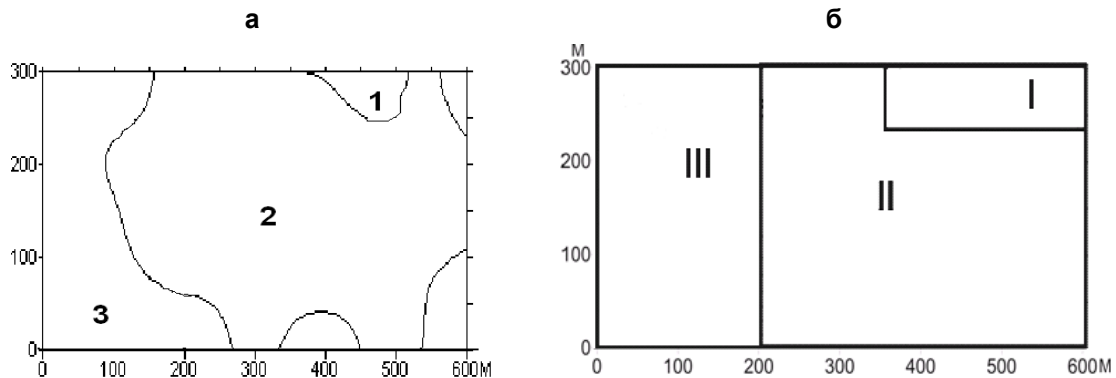
Полученные нами материалы об особенностях модальных характеристик физических свойств почв и их сравнении с оптимальными и предельно допустимыми значениями дают основание для парцеллизации (дробления) полей для проведения различной обработки. Там, где глыбистость отсутствует, плотность близка к требованиям возделываемого растения, а твердость не превышает допустимой величины, не ограничивающей рост корней и дружное появление всходов, от обработки можно отказаться, как это с успехом продемонстрировано в латиноамериканских странах [12]. В.П. Гордиенко и др. [5] также показали возможность отказаться от предпосевных обработок в этом случае. В тех частях полей, где показатели наихудшие, напротив, почву нужно обрабатывать согласно имеющихся зональных рекомендаций, обязательно совмещая обработку с другими почвоулучшающими приемами. Наконец, там, где доминируют модальные показатели, возможна минимализация основной обработки (табл. 9).

9. Соотношение (%) площадей с применением различных способов предпосевной обработки на исследованных объектах в зависимости от пространственных особенностей физических свойств почвы

Поле	Площадь участков с различной обработкой, %		
	Способы обработки		
	без обработки (прямой посев)	минимальная основная	зональная обработка + приемы почвоулучшения
Ведильцы	10	50	40
Романив	60	30	10
Колки	25	40	35
Коротыч	50	40	10
Коммунар	70	25	5
Донецк	75	22	3

Выбор технологии обработки почв покажем на примере поля Коммунар. В зависимости от глыбистости поверхностного слоя устанавливают количество рыхлений (рис.1). Согласно расчетов, проведенных с помощью программы MapInfo, 2,6 % (0,8 га) данного поля не нуждается в проведении предпосевной

обработки и послепашного рыхления, для 71,8 % (21,5 га) – требуется предпашное рыхление, для 25,7 % (7,7 га) – требуется интенсивное предпашное и послепашное рыхление. Для удобства проведения технологических операций в пределах поля необходимо выделить отдельные участки (рис.1б).



1(I) – глыбистость <5 %, предпашная обработка и послепашное рыхление не требуются; 2 (II) – глыбистость 5-20 %, требуется предпашное рыхление; 3 (III) – глыбистость >20 %, требуется интенсивное предпашное и послепашное рыхление.

Рис.1. Содержание глыб в почве объекта Коммунар после обработки:

- а) после объединения контуров в соответствии с нормативами;
б) после выпрямления контуров

Выводы. Методом наложения сетки элементарных площадок установлена пространственная неоднородность, модальные, оптимальные и предельно допустимые значения глыбистости, плотности сложения и твердости почв в шести полях Полесья, Лесостепи и Степи Украины.

Параметры физических свойств почвы на части полей превышают модальные и предельно допустимые, что дает основание для утверждения о развитии процессов физической деградации либо о ее присутствии. Физическая деградация приурочена к краям полей, пониженным элементам рельефа и оказывает отчетливое негативное влияние на урожай сельскохозяйственных культур.

Использование исследованных показателей в качестве индикаторов способов и интенсивности обработки почв позволило осуществить парцеллизацию (дробление) полей и обосновать дифференцированные приемы их применения по технологии точного земледелия.

Список использованной литературы

1. *Агрономический бракераж*. Методика оценки качества полевых работ. – Йошкар-Ола : 1968. – 86 с.
2. *Деградация почв*. Оценивание химической и физической деградации почв: ДСТУ XXXX:PPPP. – В стадии утверждения.
3. Буров Д.И. О некоторых вопросах теории обработки и ее практических приемах на черноземных почвах Юго-востока РСФСР / Д.И. Буров // Теоретические вопросы обработки почв. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1969. – С.6–10.
4. Вильямс В.Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения / В.Р. Вильямс. – М. : Сельхозгиз, 1940. – 448 с.
5. Гордієнко В.П. Прогресивні системи обробітку ґрунту / В.П. Гордієнко, А.М. Малієнко, Н.Х. Грабак. – Сімферополь : 1998. – 279 с.
6. Гордієнко В.П. Ґрунтова волога / В.П. Гордієнко. – Сімферополь : ЧП Предприятие Феникс, 2008. – 368 с.
7. *Техніка сільськогосподарська мобільна*. Норми дії ходових систем на ґрунт: ДСТУ 4521:2006. – [Чинний від 2007-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 4 с. – (Національний стандарт України).

8. Ковда В.А. (ред.). Переуплотнение пахотных почв (причины, следствия, пути уменьшения) / В.А. Ковда. – М. : Наука, 1987. – 216 с.
9. Структура та порядок використання бази даних «Властивості ґрунтів України» (Інструкція) / [Т.М. Лактіонова, В.В. Медведєв, К.В. Савченко і др.]. – Х. : Апостроф, 2010. – 96 с.
10. Медведєв В.В. Структура ґрунту. Методи. Генезис. Класифікація. Еволюція. Географія. Моніторинг. Охорона / В.В. Медведєв. – Х.: Городська типографія, 2008. – 406 с.
11. Неоднорідність ґрунту і точне землеробство. Частина 2. Результати досліджень / за ред. В.В. Медведєва. – Х. : Вид. «13 типографія», 2009. – 259 с.
12. Медведєв В.В. Нульовий обробіток ґрунту в європейських країнах / В.В. Медведєв. – Х.: ТОВ. ЕДЕНА, 2010. – 202 с.
13. Медведєв В.В. Моніторинг ґрунту України. Концепція. Ітоги. Задачі. (2-ге переглянуте і доповнене видання) / В.В. Медведєв. – Х. : КП Городська типографія, 2012. – 536 с.
14. Медведєв В.В. Фізична деградація чорноземів. Діагностика. Причини. Наслідки. Предупреження / В.В. Медведєв. – Х. : Городська типографія, 2013. – 324 с.
15. Медведєв В.В. Ґрунтово-технологічне районування пахотних земель України / В.В. Медведєв, Т.Н. Лактіонова. – Х. : Вид. «13 типографія», 2007. – 395 с.
16. Медведєв В.В. Водні властивості ґрунту України і забезпеченість сільськогосподарських культур / В.В. Медведєв, Т.Н. Лактіонова, Л.В. Донцова. – Х. : Апостроф, 2011. – 224 с.
17. Медведєв В.В. Щільність ґрунту. Генетичний, екологічний і агрономічний аспекти / В.В. Медведєв, Т.Е. Лындина, Т.Н. Лактіонова. – Х. : Вид. 13 типографія, 2004. – 244 с.
18. Медведєв В.В. Дослідження розриву попередньо ущільненої ґрунту / В.В. Медведєв, П.І. Слободюк і др. // Тр. Харківського СХІ. – 1976. – т. 215. – С.50–57.
19. Медведєв В.В. Методичні рекомендації по вивченню маршрутизації руху машинно-тракторних агрегатів при вирощуванні сільськогосподарських культур з метою зменшення площі ущільнення полів / В.В. Медведєв, П.І. Слободюк, В.Ф. Пашенко. – М. : ВАСХНІЛ, 1984. – 11 с.
20. Медведєв В.В. Вплив ущільнення тракторними агрегатами на властивості, режими ґрунту і врожай с.-х. культур. Чорноземи України. Східна Лівобережна Лісостеп. Переуплотнение пахотных почв. / В.В. Медведєв, П.І. Слободюк В.Г. Цыбулько, // Причини, наслідки, шляхи зменшення – М. : Наука, 1987. – С.78–105.
21. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і Західному регіоні, Лісостепу і в зоні Степу / за ред. М.В. Зубця. – К. : Аграрна наука, 2010. – 944 с., 980 с., 986 с.
22. Ревут І.Б. Фізика ґрунту / І.Б.Ревут. – Л. : Колос, 1972. – 366 с.
23. Тимбаєв В.Г. Просторове змінювання фізичних властивостей ґрунтового покриву Володимирського Опілля в умовах довготривалого вегетаційного досвіду / В.Г. Тимбаєв // Масштабні ефекти при дослідженні ґрунту. – М. : Вид. МГУ, 2001. – С. 206–210.
24. Шейн Е.В. Просторово-часова змінюваність агрофізичних властивостей комплексів лісових ґрунту в умовах інтенсивного сільськогосподарського використання / Е.В. Шейн, А.Л. Іванов, М.А. Бутылкіна, М.А. Мазірова // Почвознавство. – 2001. – № 5. – С.578–585.
25. Bolenius E. On-the-go measurements of soil penetration resistance on a Swedish Eutric Cambisol / E. Bolenius, G. Rogstrand, J. Arvidsson, B. Stenberg, L.Thylen // International Soil Tillage Research Organisation 17 th Triennial Conference. Kiel. Germany. – 2006. – P.867–870.
26. Dexter A.R. Model experiments on the behavior of roots at the interface between a tilled seed-bed and a compacted sub-soil. 2. Entry of pea and wheat roots into sub-soil / A.R. Dexter // Plant and Soil. – 1986. – vol. 95. – P.135–147.
27. Dexter A.R. Mechanics of root growth / A.R. Dexter // Plant and Soil. – 1987. – Vol. 98. – P.303–312.
28. Dumas W.T. Controlling traffic increases cotton yields / W.T. Dumas, F.A. Komurer, K.A. Smith // Highlights Agr. Res. – 1972. – vol.19. – P. 16.
29. Durr H. Literaturstudie Bodenverdichtung. Institut für Betriebstechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig / H. Durr, H. Petelkau, C. Sommer // Volkenrode (Fal). – 1995. – P.203.
30. Hakansson I. Machinery-induced compaction of arable soils. Incidence-consequences-counter measures. Uppsala. Swedish University of Agricultural Sciences / I. Hakansson // Report of Soils Sciences Department. – 109. – 2005. – P.153.
31. Scharatt B.C. Amelioration of soil compaction by freezing and thawing / B.C. Scharatt. et al. // Proc. Of Intern. Symp. Fairlaks. Hanover. – 1997. – P.182–188.

Стаття надійшла в редакцію 19.09.2013.

FEATURES OF PHYSICAL DEGRADATION IN SOIL PLOUGHED UP

V.V. Medvedev, I.V. Plysko

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

As a result of 6 fields research in Polissya, Forest-Steppe and Steppe of Ukraine the features of physical degradation are established, namely: blocks in a superficial layer and overcompaction in an arable layer and in plow pan. Physical degradation was diagnosed in relation to the optimum, modal and maximum permissible parameters received accordingly in modelling research, on the basis of many research and calculation way. The blocks are shown everywhere that testifies to deterioration of process of structurization on an arable land. The overcompaction is shown at edges of fields and in their downturn where influence of running systems of machine-tractor units affects more often. The tillage of fields should be carried out with technology of precise farming because blocks and overcompaction in an arable layer and in plow pan have no continuous character.

Key words: blocks, bulk density, physical degradation.

УДК 631.618:633.2.031

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТВЕРДОСТИ ПЕДОЗЕМОВ

А.В. Жуков¹, Г.А. Задорожная¹, А.А. Демидов²

¹Днепропетровский государственный аграрный университет,

г. Днепропетровск, ул. Ворошилова, 25

²Департамент земледелия Министерства аграрной политики и продовольствия
Украины

(zhukov_dnepr@rambler.ru)

По данным твердости почвы изучена пространственная организация педоземов участка рекультивации Орджоникидзевогo ГОК на уровне педона. Выделены группы почвенных профилей (кластеры) с однотипной сменой твердости, которые определены как почвенные индивидуумы (педоны). Установлены меры сходства и различия между выделенными кластерами, их взаимное расположение. Количественная характеристика педонов получена с помощью метрик, которые широко используются в ландшафтной экологии. Результаты исследования свидетельствуют о неслучайном характере взаимного расположения и формы почвенных индивидуумов.

Ключевые слова: твердость почвы, пространственная неоднородность почвенных свойств, рекультивация.

Введение. Рекультивация земель – это комплекс мероприятий по восстановлению почвенных свойств и почвенного плодородия после их антропогенного нарушения, в частности, открытых горных разработок. Характерным свойством рекультивизмов является значительная пространственная неоднородность, обуславливающая пестроту экологических условий для функционирования биоценоза [1]. Почва всегда обладает некоторой степенью неоднородности так как является комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени. Почву определяют как открытую четырехфазную структурную систему в поверхностной части коры выветривания горных пород. Элементарной структурной единицей почвы является почвенный индивидуум (педон, тессера, почвенная особь) [2]. Границы педонов определяются как поверхности раздела между почвенными индивидуумами, однако при их определении возникает достаточно много трудностей теоретического и практического характера. Выделенный почвенный индивидуум должен обладать всеми свойствами почвы, что делает проблему технического определения размеров его контуров трудно решаемой и существенно лимитирует разрешающую способность методов [3].

Достаточно удобным инструментом для изучения неоднородности строения почвенной массы является измерение ее твердости пенетрометром, с

помощью которого можно быстро получить данные на сравнительно большой территории [1, 4, 5, 6]. Как отмечает В. В. Медведев, твердость является интегрированным свойством почвы, поэтому исследование пространственной вариабельности твердости дает возможность анализировать организацию сложной почвенной системы на различных уровнях почвенной иерархии [6].

Целью настоящего исследования является изучение пространственной организации педоземов на уровне педона по данным изменчивости их твердости.

Объекты и методы исследований. Работы проведены на научно-исследовательском стационаре Днепропетровского государственного аграрного университета в г. Орджоникидзе. Экспериментальный участок по изучению оптимальных режимов рекультивации земель был создан в 1968-1970 гг. Отбор проб произведен на варианте технозема с насыпным слоем почвенной массы мощностью 0,5 м на технической смеси глин (педозем). Географические координаты юго-западного угла полигона – 47°38'55.24"С.Ш., 34°08'33.30"В.Д.

Полигон был представлен 8 трансектами, каждая из которых состоит из 20 точек отбора проб. Трансекты расположены в направлении с запада на восток с интервалом 1,5 м между соседними. Точки отбора проб также заложены с интервалом 1,5 м. Таким образом, экспериментальный полигон представлял собой регулярную сетку с шириной ячейки 1,5 м. Длина большей стороны полигона равна 28,5 м, меньшей – 10,5 м.

Измерение твердости почв производили в полевых условиях с помощью ручного пенетрометра Eijkelkamp на глубину до 50 см с интервалом 5 см. Средняя погрешность результатов измерений прибора составляет $\pm 8\%$. Измерения производили с конусом с размером поперечного сечения 1 см², в однократной повторности в пределах каждой ячейки.

Статистические расчеты проведены с помощью программы Statistica 7.0., а описание формы и взаимного расположения педонов – с помощью программы Fragstat [8].

Анализ результатов исследований. Каждая точка на поверхности изученного участка почвы характеризуется вектором данных, который описывает твердость почвы на разных глубинах ниже этого места. В результате наших исследований получены данные об изменении твердости по профилю в 160 исследованных точках. С помощью кластерного анализа наши наблюдения отнесены в три сравнительно однородные группы (кластеры) по характеру формирования профиля – А, В, С (рис. 1).

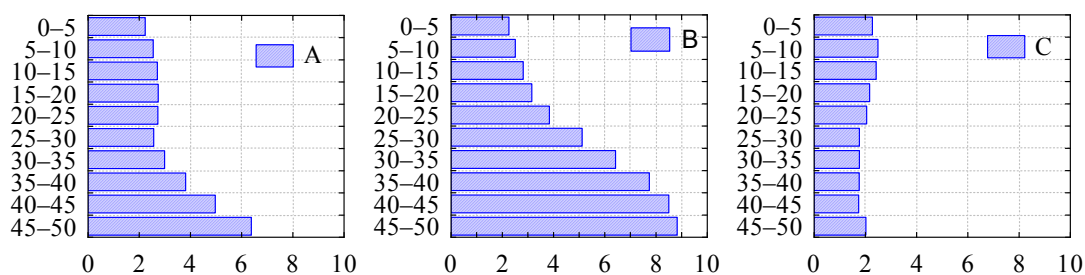


Рис. 1. Изменение твердости педозема в зависимости от глубины для кластеров А, В и С

Примечание: по оси ординат – глубина от поверхности почвы (см);
по оси абсцисс – твердость почвы (МПа).

Для кластеров *A* и *B* характерно увеличение твердости с глубиной, причем у кластера *A* прирост значений начинается с глубины 30 см, а у кластера *B* твердость закономерно нарастает сразу от поверхности до максимальных значений (около 9 МПа) на глубине 0,5 м. На глубине 0,5 м максимальная твердость в кластере *A* составляет чуть больше 6 МПа. Данные твердости кластера *C* характеризуются высокой стабильностью, она незначительно уменьшается с глубиной и колеблется около 2 МПа по всему профилю.

С помощью дискриминантного анализа установлено, что показатели твердости четко дифференцируют выделенные кластеры.

Различие между кластерами оценено с помощью дистанции Махаланобиса между центроидами кластеров (табл. 1).

1. Расстояние Махаланобиса между центроидами кластеров педозема (верхняя полуматрица) и F-отношения (нижняя полуматрица) по данным дискриминантного анализа

Кластер	A	B	C
A	0,00	10,19	6,97
B	47,98	0,00	18,12
C	7,67	19,87	0,00

Приведенные в таблице данные свидетельствуют о том, что наименьшее расстояние Махаланобиса наблюдается между кластерами *A* и *C*, а наибольшее – между *A* и *B*. Кластер *B* значительно отличается от кластера *C* и в меньшей мере от – кластера *A*. Таким образом, наиболее различны между собой по характеру формирования твердости кластеры *A* и *B*, в то время как *C* больше похож на *A* чем на *B*.

Кластеры, как относительно однородные по свойствам образования, можно идентифицировать как педоны. При попытке установить наличие связей внутри совокупности и попытаться привнести в нее структуру можно предполагать, что педоны типа *C* являются переходной формой между педонами *A* и *B*, а формирование оснований повышенной твердости у педонов *A* и *B* происходит под воздействием различных факторов.

Расстояния Махаланобиса в дискриминантном пространстве каждой точки до центроидов кластеров можно использовать для построения карты расположения кластеров в двумерном (географическом) пространстве. Это позволяет отобразить педоны в пространстве, их характерные ареалы, форму, размер и взаимное расположение (рис. 2).

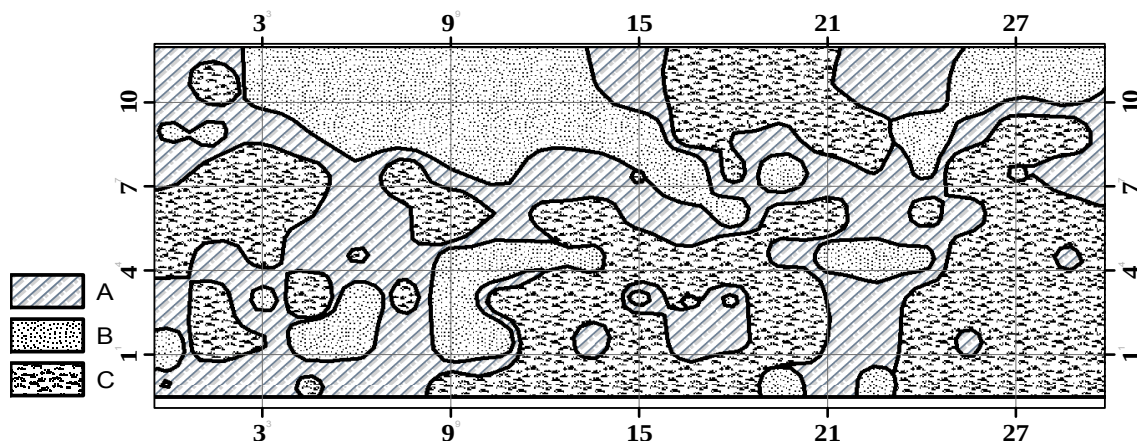


Рис. 2. Карта пространственного размещения кластеров

Кластеры формируют пространственную структуру. Для ее описания мы предлагаем использовать методы, которые широко используются в ландшафтной экологии для описания топологии полигональных объектов [7]. Как метрики, описывающие форму и взаимное расположение кластеров в пространстве, избраны их площадь, количество педонов, входящих в кластер, радиус вращения, индексы формы, проксимальности, контрастно-взвешенной плотности границ, индекс связности [8] (табл. 2).

В результате анализа установлено, что кластеры занимают примерно равные части территории участка. Среднее значение площади педонов типа *A* соответствует 43,61 м², педонов типа *B* – 47,79 м², педонов типа *C* – 8,60 м². Сравнительно малые по площади педоны типа *C* (средняя площадь педона – 3,00 м²) представлены наибольшим количеством относительно педонов других типов.

2. Ландшафтные показатели кластеров педозема

Показатель	Кластеры (группы педонов)					
	A		B		C	
	Сред- нее	CV, %	Сред- нее	CV, %	Сред- нее	CV, %
Площадь, %	43,61	–	47,79	–	8,60	–
Число педонов	5,00	–	7,00	–	13,00	–
Средняя площадь педона, м ²	41,00	156,05	32,00	177,92	3,00	145,58
Радиус вращения (GYRATE)	2,28	119,07	2,23	112,92	0,65	96,90
Индекс формы (SHAPE)	1,95	63,61	1,59	26,96	1,28	19,64
Индекс проксимальности	235,95	93,17	76,67	139,41	6,69	116,68
Контрастно-взвешенная плотность границ (CWED)	0,27	–	0,21	–	0,10	–
Индекс связности (CONNECT)	60,00	–	71,43	–	61,54	–

Радиус вращения описывает протяженность ареала педона. Большим радиусом вращения будет характеризоваться педон с наиболее протяженным и наименее компактным (наиболее экстенсивным) ареалом [9]. На исследованном участке почти одинаковой протяженностью обладают педоны типа *A* и *B* (радиус вращения составляет 2,28 м и 2,23 м соответственно), педоны типа *C* имеют гораздо меньшее значение радиуса вращения (0,65 м) с меньшим разбросом значений.

Индекс формы основывается на соотношении между периметром и площадью ареала педона [9]. Значение единицы эта мера принимает в том случае, когда ареал педона максимально компактный, или вся территория занята одним типом ареала. Данный индекс увеличивается, когда форма ареала отклоняется от формы круга. По нашим данным, педоны типа *C* наиболее компактны, среднее значение их индекса формы – 1,28, в то время как форма педонов типа *A* наиболее вытянутая, здесь индекс формы соответствует 1,95. Промежуточное значение у педонов типа *B*, их индекс формы – 1,59 (табл. 4).

Индекс проксимальности – это ландшафтная характеристика, которая характеризует размеры и степень близости всех ареалов, границы которых находятся в диапазоне некоторого заданного расстояния от фокального ареала. Индекс проксимальности количественно оценивает пространственный контекст ареалов в отношении ареалов того же типа, а именно дифференцирует диффузное расположение маленьких по размеру ареалов и кластерную

конфигурацию [9]. В нашем исследовании наибольшим индексом проксимальности для дистанции 10 м характеризуются педоны типа А (235,95). Гораздо меньшим значением индекса проксимальности характеризуются педоны типа В (76,67), и минимальным – педоны типа С (6,69). Из приведенных данных можно говорить, что для педоном типа С характерно удаления от педонов того же типа. Для педонов типов А и В наблюдается тенденция к скоплению однотипных педонов, а некоторые из них формируют группировки педонов.

При рассмотрении карты кластеров твердости педозема (рис. 3) видно, что педоны типа А граничат с педонами В и С в то время как В и С почти не имеют общих границ. Визуальные наблюдения можно подтвердить, определив отношение доли периметра кластера к доле в границе. Действительно, длина общих границ педонов А и В, А и С в 6–8 раз больше чем длина границы между педонами В и С (табл. 3).

**3. Матрица соседства кластеров педозема
(отношение доли периметра кластера к доле в границе)**

Кластер	А	В	С
А	–	0,93	1,14
В	1,30	–	0,20
С	1,62	0,21	–

Контрастно-взвешенная плотность границ для педонов кластера С имеет наименьшее значение, что является свидетельством тенденции педонов типа С минимизировать интенсивность контакта с окружающей средой. Это подтверждает неслучайный характер полученной конфигурации структурных единиц почвенного тела.

**4. Нормированная матрица расстояний Махаланобиса между центроидами
кластеров педозема (матрица весов контрастности)**

Кластер	А	В	С
А	0,00	0,56	0,38
В	0,56	0,00	1,00
С	0,38	1,00	0,00

Распределение индекса контрастности границ кластеров педозема не является нормальным, наименьшими значениями среднего отличаются педоны типа С. Индекс связности указывает на высокую степень связности педонов кластеров А и С и низкую – кластера В.

Количественные характеристики пространственного размещения педонов, выделенных на основании изучения твердости почвы, свидетельствуют о неслучайном характере их взаимного расположения и формы. Следует отметить, что речь идет о двумерной проекции трехмерной организации почвенного тела, что вызывает некоторую степень нечёткости границ между объектами. Данная модель справедлива исходя из предположения о том, что структурные образования охватывают весь почвенный профиль. В действительности структурные отдельности могут иметь форму глобул и размещаться в толще рыхлой почвенной массы. Глобулы могут пронизывать всю почвенную толщу, и в этом случае педоны будут характеризоваться однородностью своего строения. Если глобулы будут иметь вертикальный размер меньший, чем мощность почвенного профиля, тогда речь пойдет о вертикальной мозаичности почвенного

профиля. Для педонов характеристическим будет специфическое сочетание и форма структурных глобул.

Пространственная изменчивость почвенных свойств связана со строением почвенного покрова земной поверхности и определяется горизонтальными взаимодействиями почвенных масс под влиянием факторов почвообразования, одним из которых есть рельеф местности (ландшафт). Изменения местного ландшафта, то есть мезоструктуры почвенного покрова, связаны с локальной эволюцией почвы. Связь эта обусловлена, прежде всего, общностью воздействий на геосистему и ее составляющие со стороны климатических и ряда антропогенных факторов. Также, обговариваемые процессы связаны далеко идущей аналогией механизмов географических, геохимических и биологических процессов, происходящих в масштабе геосистемы и большинства слагающих ее почв. Именно такие почвенно-геосистемные процессы определяют обычно и локальную эволюцию почв, и дифференциацию почвенного покрова [10]. Рельеф активно корректирует почвообразовательный процесс, усиливая его пространственную неоднородность. Связанное с ним перераспределение влаги и различных соединений в пространстве под действием силы тяжести, из повышенных участков в пониженные приводят к уплотнению и разуплотнению почвы. Меняются воздушный и микробиологический режимы, что в свою очередь влияет на формирование структурной неоднородности почвы и проводит к дифференциации ее свойств и образованию структурных отдельных – педонов. Их линейные размеры и форма могут быть самыми разнообразными в зависимости от рельефа, строения и характера горных пород, гидрогеологических условий [4, 5]. В вертикальном направлении педон делится на генетические почвенные горизонты, а в горизонтальном – на однородные элементы, которые Ф. И. Козловский [11] по аналогии с органеллами живой клетки назвал *педонеллами*. Степень неоднородности педона может быть выражена количественно приемами статистического анализа. Для количественной характеристики педонов могут быть применены методы ландшафтной экологии.

Выводы. Проведенный кластерный анализ позволил выделить пространственно однородные группы почвенных профилей с однотипной сменой твердости по вертикали.

Количественная оценка отношений подобия/различия между кластерами проведена с помощью дистанции Махаланобиса. Установлено, что наиболее различны между собой по характеру формирования твердости кластеры А и В, в то время как С больше похож на А, чем на В.

Предложено количественно характеризовать пространственное размещение педонов, выделенных на основании изучения твердости почвы с помощью метрик, которые широко используются в ландшафтной экологии. Результаты данного исследования свидетельствуют о неслучайном характере взаимного расположения и формы выделенных пространственно однородных групп почвенных профилей (педонов).

Список использованной литературы

1. *Пространственная агроэкология и рекультивация земель*: монография / [Демидов А.А., Кобец А.С., Грицан Ю.И., Жуков А.В.]. – Днепропетровск : Изд-во «Свидлер А.Л.», 2013. – 560 с.
2. *Козловский Ф.И.* Почвенный индивидуум и методы его определения / Ф.И. Козловский // Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. – М. : Наука, 1970. – С. 42–59.

3. *Дмитриев Е. А.* Теоретические и методологические проблемы почвоведения / Е. А. Дмитриев. – М.: ГЕОС, 2001. – 374 с.
4. *Жуков О.В.* Твердость дерново-литогенных почв на лессовидных суглинках / О.В. Жуков, О. М. Кунах // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2011, № 1. – С. 63–69.
5. *Задорожна Г.О.* Просторова організація дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах / Г.О. Задорожна // Біологічний вісник МДПУ, 2012, № 1. – С. 48-57.
6. *Медведев В.В.* Твердость почвы / В.В. Медведев. – Харьков: Издво КП «Городская типография», 2009. – 152 с.
7. *Turner M. G.* Landscape ecology: the effect of pattern on process / M. G. Turner // Ann. Rev. Ecol. Syst. – 1989. – Vol. 20. – P. 171–197.
8. *McGarigal K.* FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps / K. McGarigal, S.A. Cushman, M. C. Neel, E. Ene. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. – 2002. – Available at the following web site: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
9. *Gustafson E.J.* Relationships between land cover proportion and indices of landscape spatial pattern / E.J. Gustafson, G.R. Parker // Landscape Ecology. – 1992. – Vol. 7. – P. 101–110.
10. *Медведев В.В.* Структура почвы / В.В. Медведев. – Харьков: Городская типография, 2008. – 406 с.
11. *Козловский Ф.И.* Теория и методы изучения почвенного покрова / Ф.И. Козловский. – М.: ГЕОС, 2003. – 536 с.

Статья поступила в редколлегию 29.08.2013

SPATIAL VARIABILITY OF PEDOZEMS PENETRATION RESISTANCE

A.V. Zhukov¹, G.A. Zadorozhnaya¹, A.A. Demidov²

¹Dnipropetrovsk State Agrarian University

²The Department of Agriculture of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine
(zhukov_dnepr@rambler.ru)

The pedozem spatial organization of land reclamation of Ordzhonikidze ore mining and processing enterprise has been studied according soil penetration resistance knowledge at the pedon level. The groups of soil profiles (clusters) with the same type of penetration resistance change have been found which defined as soil individuals (pedone). The measures of similarities and differences between the clusters and their relative position have been established. Pedone quantitative characteristic has been obtained using metrics that are widely used in landscape ecology. The findings suggest that there are nonrandom nature of the relative position and shape of soil individuals.

Key words: soil penetration resistance, the spatial heterogeneity of soil properties, land reclamation.

УДК 581.116:631.484:631.874

ІНТЕНСИВНІСТЬ ДИХАННЯ ТА ЕМІСІЯ CO₂ ІЗ ДЕРНОВОГО ГЛИБОКОГО ГЛЕЮВАТОГО ҐРУНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД ПРОДУКТИВНОСТІ СИДЕРАЛЬНИХ КУЛЬТУР

П.І. Трофименко, Д.А. Білан

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

Дослідження проведено у ботанічному саду Житомирського національного агроекологічного університету на дерновому глибокому глеюватому середньосуглинковому ґрунті. Визначення інтенсивності дихання та емісії CO₂ із ґрунту здійснювали на основі камерного статичного методу з допомогою інфрачервоного сенсору. Висвітлено підходи до оцінки дихання ґрунту, залежно від продуктивності сидеральних культур в умовах Полісся України. Встановлено ряд сидеральних трав за величиною рівня інтенсивності дихання ґрунту (ІДГ) (мг/м²/хв.): редька олійна 73,7 → пелюшка польова 42,0 → пажитниця багатоквіткова 39,2 → люпин вузьколистий 35,6. Визначено зв'язок між інтенсивністю ґрунтового дихання та величиною наземної рослинної маси сидеральних культур у фазу цвітіння. Коефіцієнти кореляції (r) становлять: редька 0,62 (середній ступінь), пелюшка

0,62 (середній ступінь), пажитниця 0,46 (середній ступінь), люпин 0,93 (дуже високий ступінь). Запропоновано шляхи призупинення підвищення концентрації CO_2 в атмосфері.

Ключові слова: емісія CO_2 , інфрачервоний сенсор, сидеральні культури, інтенсивність дихання ґрунту (ІДГ), органічна речовина.

Вступ. Відомо, що існування тенденції поступового збільшення концентрації CO_2 в атмосфері останніми роками зумовлює підвищення температури повітря й закономірно є однією з найбільш актуальних проблем людства. Виключна гострота цієї проблеми спонукає вчених різних країн здійснювати пошук дієвих шляхів її усунення.

Крім того, вищеозначений процес відбувається на фоні постійного розвитку в ґрунтах деградаційних явищ і є наслідком посилення інтенсифікації сільськогосподарського використання. Тому пошук способів раціонального використання ґрунту, як основного засобу виробництва продукції рослинництва, у контексті глобальної проблеми парникового ефекту набуває значної ваги.

Важливе місце серед критеріїв оцінки стану ґрунтів належить показникам, які характеризують їхню функціональну здатність, або, навпаки, нездатність щодо забезпечення сприятливих умов ґрунтового середовища, які й визначають рівень продуктивності сільськогосподарських культур та якість урожаю.

При цьому баланс у ґрунтах органічної речовини вважається однією з ключових величин, яка значною мірою визначає функціонування багатьох режимів ґрунту [1-3]. Обсяги надходження у ґрунт та витрати органічної маси залежать від багатьох змінних у часі, часто взаємно протилежних за спрямуванням балансових складових, які або підсилюють процеси утворення органічної речовини в ґрунтах, або, навпаки, активізують процеси її деструкції та мінералізації.

Тому проблематика вивчення особливостей ґрунтового дихання, як невід'ємної складової частини балансу органічного вуглецю атмосфери, сьогодні є однією з головних тем досліджень ґрунтознавців, біологів та екологів.

Відомо, що протікання процесу дисипації CO_2 до атмосфери залежить від цілої низки чинників: біологічних особливостей сидеральних трав, наземної маси рослин і, як наслідок, їхньої кореневої маси, а також параметрів температури та вологості ґрунту тощо [4-8 та ін.].

Безперечним є зв'язок між величинами надземної та кореневої маси рослин. Тому, коли в ході експериментів обліковують надземну масу рослин, опосередковано, з певною вірогідністю, враховують також і їхню кореневу масу.

Завданням даної роботи було виявлення закономірностей протікання емісії CO_2 дернового глибокого глеюватого середньосуглинкового ґрунту під сидеральними травами, залежно від їхньої продуктивності.

Мета досліджень – встановити роль сидеральних сільськогосподарських культур у регулюванні вуглецевого режиму ґрунту та виявити характер зв'язку між величиною надземної маси рослин та інтенсивністю протікання ґрунтового дихання у вигляді виділення вуглецю (C-CO_2).

Умови проведення досліджень. Дослідження проводили у межах мікроділянкового дослідку, закладеного в ботанічному саду Житомирського національного агроекологічного університету у 2013 р.

Повторність дослідку шестикратна, площа ділянки 2,1 м². Вид основного обробітку – оранка на глибину 20 см. Посів 30.05.2013 р.

В досліді вирощували такі культури:

- люпин вузьколистий (*Lupinus angustifolius*), сорт «Переможець»;

- пелюшка польова (*Pisum arvense* L.) сорт «Зв'ягельська», оригінатор – Інститут сільського господарства Полісся НААН;
- пажитниця багатоквіткова (*Lolium multiflo*) сорт «Київський», оригінатор – ННЦ «Інститут землеробства» НААН;
- редька олійна (*Rafanus sativum* var. *Oleifera*), сорт «Либідь»; оригінатор – Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка Національної академії наук.

Під час вимірювань величин емісії ($C-CO_2$, мг/м²/хв.) враховано величини абіотичних параметрів зовнішнього середовища – температури та атмосферного тиску.

Дослідження проводили у сонячну погоду, кожного дня о 14-00 годині: 2 липня (+23 °С, тиск 743 мм рт. ст.), 5 липня (+29 °С, тиск 746 мм рт. ст.) і 6 липня (+26 °С, тиск 741 мм рт. ст.) 2013 р. у фазу цвітіння трав, на контролі без добрив.

Визначення величини емісії органічного вуглецю ґрунтом проводили на основі камерного статичного методу визначення інтенсивності дихання ґрунту (ІДґ) (Ларионова А.А. та ін., 2001). Об'єм камери-ізолятора 0,1175 м³, час експозиції – 9 хвилин, глибина занурення 3 см.

Результати роботи. За результатами досліджень виявлено чітку залежність концентрації оксиду вуглецю в ізоляторі від часу експозиції на всіх сидеральних культурах та контролі без рослин рис.1.

Як видно з наведених даних, підвищення концентрації оксиду вуглецю в камері відбувається із прямолінійною залежністю, близькою до функціональної, незалежно від культури. Значення коефіцієнтів детермінації коливається в межах від $R^2 = 0,9909$ у люпину до $R^2 = 0,9992$ у редьки. При цьому форма кривої на графіку свідчить про відсутність «ефекту насичення». Це пов'язано з відносно коротким часом експозиції (9 хвилин).

У ході досліджень виявлено неоднаковий вплив сидеральних культур на динаміку виділення органічного вуглецю ($C-CO_2$) дерновим глибоким глеюватим середньосуглинковим ґрунтом рис. 2.

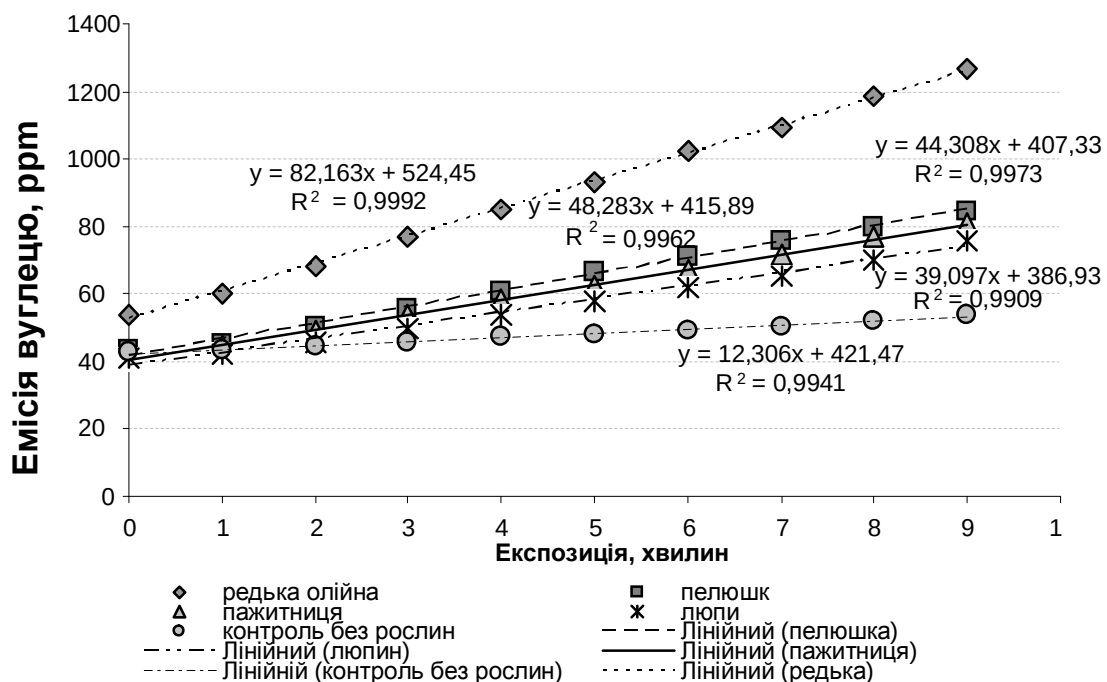


Рис. 1. Зміна концентрації $C-CO_2$ в ізоляторі протягом часу експозиції, внаслідок його виділення ґрунтом, ррт

У результаті досліджень встановлено ряд сидеральних трав за величиною зниження рівня інтенсивності ґрунтового дихання на дерновому глибокому глеюватому середньосуглинковому ґрунті: редька олійна → пелюшка польова → пажитниця багатоквіткова → люпин вузьколистий. При цьому значення величини дисипації оксиду вуглецю до атмосфери, залежно від культури, змінюється більше ніж у 2 рази.

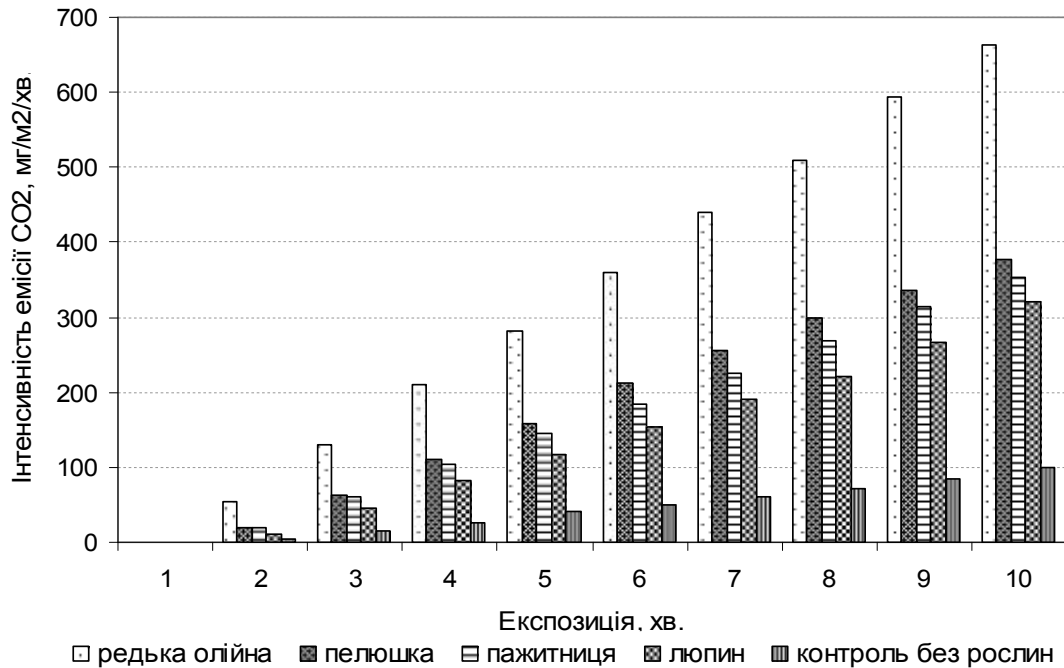


Рис. 2. Динаміка емісії C-CO₂ із ґрунту протягом експозиції у середньому з 6-ти повторень (контроль без добрив), мг/м²/хв.

Доволі інформаційним є показник співвідношення величин емісії CO₂ ґрунтом під сидеральними культурами та ґрунтом без рослин (рис. 3).

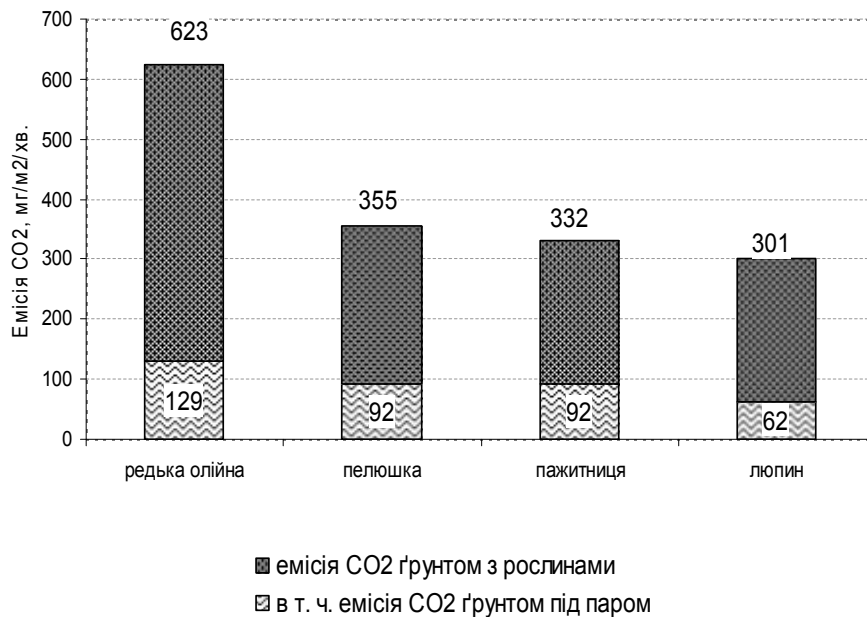


Рис. 3. Структура обсягів емісії оксиду вуглецю ґрунтом під сидеральними травами та ґрунтом під паром

Він певною мірою характеризує здатність сидеральної культури спричиняти небезпеку накопичення органічного вуглецю в атмосфері, і, таким чином, підсилювати парниковий ефект. Однак слід зауважити, що оцінювати культуру щодо її ролі у формуванні вуглецевого режиму ґрунту та як регулятора вуглецевих потоків в атмосфері необхідно за співвідношенням виділеного вуглецю та вуглецю, який рослини використовують на фотосинтез. Крім того, потрібно враховувати обсяги діоксиду вуглецю, який рослини використовують на власне дихання.

Як видно з наведених даних, частка CO_2 , що виділяється з ґрунту в результаті його дихання (під паром), відносно загального об'єму емісії із ґрунту під сидеральними культурами коливається в межах від 20,6 % під люпином до 27,7 % – під пажитницею (див. рис. 3). У період вегетації найвища інтенсивність ґрунтового дихання спостерігається під редькою олійною, найнижча – під люпином.

У ході досліджень виявлено зв'язок між інтенсивністю ґрунтового дихання та величиною наземної рослинної маси сидеральних культур. Коефіцієнти кореляції (r) такі: редька 0,62 (середній ступінь), пелюшка 0,62 (середній ступінь), пажитниця 0,46 (середній ступінь), люпин 0,93 (дуже високий ступінь).

Виявлена закономірність свідчить про те, що однією з головних величин, які визначають інтенсивність дисипації з поверхні ґрунту CO_2 є наземна маса рослин. Вважаємо, що у випадку проведення наближених розрахунків інтенсивності ґрунтового дихання на дернових ґрунтах, величина наземної маси деяких трав'яних культур може бути використана як еквівалент, який дозволить знайти необхідне значення емісії CO_2 . В даному разі йдеться про люпин, у якого співвідношення між величинами наземної та кореневої мас є пропорційним. При цьому слід розуміти, що значення останньої є визначальним для інтенсивності ризосферного дихання ґрунту та виділення CO_2 .

Враховуючи вищезазначене, та зважаючи на насиченість сівозмін енергетичними культурами, у тому числі й редькою олійною, необхідно більш зважено підходити до формування структури посівів. Очевидним є проблема недостатньої вивченості питання щодо оптимальних площ у структурі сівозмін не лише сидеральних, але й інших сільськогосподарських культур. На наш погляд, враховуючи виняткову важливість проблем глобального потепління, поряд з традиційними методами визначення оптимальної структури сівозмін, необхідно запровадити оцінку сільськогосподарських культур з огляду на їхню здатність підсилювати емісійний ефект ґрунту у період вегетації сільськогосподарських культур. Такий підхід дозволить мінімізувати небезпеку підвищення концентрації CO_2 в атмосфері та розглядати різні сільськогосподарські культури як дієві важелі впливу (регулювання) її значень.

Висновки. Встановлено лінійний характер підвищення концентрації CO_2 в ізоляторі за період експозиції. Зважаючи на відносно коротку експозицію (9 хвилин), під час досліджень ефекту «насичення» не спостерігали.

Визначено різний вплив сидеральних трав на інтенсивність продукування CO_2 дерновим глибоким глеюватим середньосуглинковим ґрунтом. Виявлено ряд сидеральних трав за величиною зниження рівня інтенсивності ґрунтового дихання ($\text{мг/м}^2/\text{хв.}$): редька олійна 73,7 $\rightarrow$ пелюшка польова 42,0 $\rightarrow$ пажитниця багатоквіткова 39,2 $\rightarrow$ люпин вузьколистий 35,6.

У ході досліджень доведено наявність зв'язку між інтенсивністю ґрунтового дихання та величиною наземної рослинної маси сидеральних культур у фазу

цвітіння. Коефіцієнти кореляції (r): редька 0,62 (середній ступінь), пелюшка 0,62 (середній ступінь), пажитниця 0,46 (середній ступінь), люпин 0,93 (дуже високий ступінь).

Список використаної літератури

1. Мазур Г.А. Гумус і родючість ґрунту // Агрохімія і ґрунтознавство. - 2002 р.- Спец. вип. До 4 з'їзду УТГА 1-5 липня, м. Умань. – Книга 1.- С. 27-33.
2. Медведев В.В., Лактіонова Т.М. Земельні ресурси України. - К.: Аграрна наука, 1998.- 148 с.
3. Титлянова А.А. Изменение круговорота углерода в связи с различным использованием земель (на примере Красноярского края) / А.А. Титлянова, В.В. Чупрова // Почвоведение. – 2003. – № 2. – С. 211–219.
4. Lundengardt H. Carbon dioxide evolution of soil and crop growth // Soil Sci. 1927. Vol. 23. P. 417-450.
5. Ларионова А.А., Евдокимов И.В., Курганова И.Н., и др. Дыхание корней и его вклад в эмиссию CO₂ из почвы // Почвоведение. 2003. С. 183-194.
6. Ларионова А.А., Иванникова Л.А., Демкина Т.С. Методы определения эмиссии CO₂ из почвы // дыхание почвы. Пушино: НЦБИ РАН, 1993.- С. 11-26.
7. Luo Y. Elevated CO₂ increases belowground respiration in California grasslands / Y. Luo, R.B. Jackson, C.B. Field, H.A. Mooney // Oecologia. 1996. Vol. 108. P. 130-137.
8. Jonson D.V., Geisinger D., Walker R. Soil pCO₂, soil respiration and root activity in CO₂- fumigated and nitrogen-fertilized Ponderosa pine / D.V. Jonson, D. Geisinger, R. Walker // Plant and soil.- 1994.- Vol. 165. P. 129-138.

Стаття надійшла до редколегії 19.01.2014

INTENSITY OF RESPIRATION AND EMISSIONS OF CO₂ FROM SOD DEEP GLEYIC SOIL DEPENDING ON THE PRODUCTIVITY OF GREEN MANURE CROPS

P.I Trofymenko, D.A Bilan

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

The research was conducted in the Botanical garden of Zhytomyr National Agroecological University on sod deep gleyic medium loamy soil. Determination of the intensity of respiration CO₂ and emissions of soil was carried out on the basis of chamber static method with an infrared sensor. The approaches to assessing of soil respiration were described, depending on the productivity of green manure crops in the Polissya of Ukraine.

A number of green manure herbs on the index of intensity of soil respiration (IDH) (mg/m²/minute) was determined, namely: *Rafanus sativum* var. *Oleifera* 73,7 → *Pisum arvense* L. 42,0 → *Lolium multiflo* 39,2 → *Lupinus angustifolius* 35,6. The relationship between the intensity of soil respiration and the size of land mass of green manure crops in flowering phase was defined. The correlation coefficients (r) are: *Rafanus sativum* var. *Oleifera* 0,62 (medium degree), *Pisum arvense* 0.62 (medium degree), *Lolium multiflo* 0.46 (medium degree), *Lupinus angustifolius* 0.93 (very high degree). Ways of suspension of increasing CO₂ concentrations in the atmosphere.

Key words: emission of CO₂, infrared sensor, green manure crops, intensity of soil respiration, organic matter.

УДК 631.445.4

ОСОБЛИВОСТІ ЧОРНОЗЕМІВ, ЯКІ ЗАЛЯГАЮТЬ УЗДОВЖ ПІВДЕННО-СХІДНОЇ МЕЖІ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ЧОРНОЗЕМІВ ВИЛУЖЕНИХ НА ЛІВОБЕРЕЖЖІ УКРАЇНИ**В.І. Канівець¹, С.В. Канівець², Ю.Д. Матухно³, Н.А. Кулик³**¹Чернігівський державний інститут економіки і управління²Харківська філія ДУ Держґрунтохорона»³Чернігівська філія ДУ «Держґрунтохорона»

Розглянуто властивості чорноземів перехідної смуги між підзонами підтипу чорноземів вилужених (північних) і чорноземів типових у Лівобережному Лісостепу України, зокрема, на південно-східних землях Чернігівщини. Установлено, що перехідна смуга пролягає південніше Прилук, у Варвинському районі і в південно-східному напрямку від смт Срібне, де вона включає і реградовані ґрунти. Показано, що характерними ознаками чорноземів типових малогумусних, які тут розповсюджені (на відміну від класичних), є достатньо висока ненасиченість гумусового горизонту на Ca^{2+} і Mg^{2+} та підвищена кислотність. Немало масивів чорноземів типових малогумусних і чорноземів реградованих потрібно вапнувати.

Ключові слова: чорноземи типові, насиченість основами, гумусовий горизонт.

Вступ. Відомо, що північна підзона Лісостепу на Лівобережжі урізноманітнена різновидами чорноземів значно більше, ніж інші підзони чорноземів. Розробляючи нову класифікацію ґрунтів, важливо чинити так, щоб вона дозволяла з одного боку, уточнити природну сутність ґрунту, а з іншого – відобразити в таксономії і врахувати агрономічні особливості і значущість цього ґрунту у землеробстві. Перше має, головним чином, географічне значення, останнє – агрономічне, адже ґрунт є основним засобом виробництва у сільському господарстві.

Наші раніше проведені дослідження чорноземів Чернігівщини [1, 2, 3] показали, що серед неопідзолених чорноземів у північній смузі чорноземів пануючим є підтип чорноземів вилужених. Широтна потужність цих ґрунтів становить 100–110 км. У цю підзону залучено смугу, яка пролягає південніше від межі Полісся (лівобережжя долини р. Десна, головним чином плоске полотно риської тераси Десни-Дніпра (Бобровицько-Бахмацький агроґрунтовий район [4])), а також опілля лесових островів на плато правого корінного берега Десни (Чернігівсько-Новгород-Сіверський агроґрунтовий район). У цьому підтипі переважають слабогумусовані легкосуглинкові різновиди. На крайньому півдні підзони залягають чорноземи вилужені малогумусні. Вони також трапляються і в крайній північній смузі розповсюдження чорноземів – в опіллі лесових островів, на правому плато долини р. Десна.

Особливими рисами цих чорноземів є слабо- і середньокисла реакція у межах гумусового горизонту, підвищена і висока ненасиченість на Ca^{2+} і Mg^{2+} (85–70 %), глибока лінія закипання з HCl (у породі на глибині 120–150 см). Ці ґрунти містять мало азоту і калію, лише добре забезпечені фосфором. Отже, ґрунти потребують вапнування і систематичного внесення добрив, головним чином азотних і калійних. Наведена агрохімічна і фізико-хімічна характеристика відповідає узагальненню результатів великомасштабного обстеження ґрунтів [5].

Все перелічене є основою щоб виділити чорноземи вилужені в окрему агровиробничу групу разом з чорноземами опідзоленими. Наші останні дослідження показали, що на півдні підзони, південніше Прилук, розповсюджені чорноземи типові, але з кислою реакцією у гумусовому горизонті. З виходом на найвищу – п'яту, моренну терасу (у Варвинському районі) натрапляємо на чорнозем типовий з досить кислим гумусовим горизонтом ($pH_{\text{сол.}}$ 5,1), великою ненасиченістю – 76 %, але з особливо високою лінією закипання з HCl (у межах 45 см) [3]. Карбонатними в ньому є обидва перехідних горизонти. Ця територія належить до Прилуцько-Дмитрівського агроґрунтового району – південно-східний куток Чернігівщини, що розташований вже на Полтавській рівнині. Зважаючи на відмічені важливі особливості чорноземів перехідної смуги, вирішили детальніше вивчити чорноземи, які примикають до підзони чорноземів вилужених і в східному напрямку на цій широті на Срібнянщині.

Об'єкти і методи. Дослідження проведено в крайньому південно-східному «куті» Чернігівської області – в Прилуцько-Дмитрівському агроґрунтовому районі, як згадувалось – на Срібнянщині. Цей агроґрунтовий район є західною окраїною Полтавської рівнини, що представлена найдавнішою, найвищою, п'ятою, моренною терасою долини Дніпра [6]. Її утворення відносять до міндельського часу. Зважаючи на досить високі абсолютні відмітки над рівнем моря цієї території, порівняно з плоскою риською терасою Дніпра, отже, і глибoku пересіченість, моренну терасу вважають також лівим корінним берегом Дніпра.

Для цього регіону, як і для Лівобережжя в цілому, зональні межі простяглися не паралельно широтам, а під кутом до них – із південного заходу на північний схід. Це зумовлено впливом середньоазійського сухого антициклону, який просуває на сході України посушливий клімат у більш високі широти.

У попередній нашій роботі [3] показано, що підзона північних вилужених ґрунтів охоплює і землі навколо смт Срібне. Ми проводили експедиційні дослідження у північно-східному напрямку – від смт Срібне вздовж шосе Срібне – Суми, в загальному напрямку до заповідного степу «Михайлівська цілина» з чорноземами типовими глибокими (класичними). Основна мета обстеження полягала в знаходженні межі розповсюдження підтипу вилужених чорноземів в цьому напрямку та вивченні різновидів чорноземів, які до неї прилягають. Польове обстеження проведено в сухий період 2013 року (липень), ґрунти знаходилися у сухому стані до глибини ґрунотвірної породи.

Вивчено макроморфологічну будову профілів ґрунтів та у змішаних пробах із генетичних горизонтів визначили гранулометричний склад, фізико-хімічні й агрохімічні властивості. Аналізи проведено на аналітичній базі Чернігівської філії ДУ «Держґрунтохорона».

Результати досліджень та їх обговорення. Прямуючи вздовж шосе на Суми і перетнувши долину малої річки Лисогір з її притокою Детюківка, серед ділянок дібров, вже за 5–6 км від смт Срібне натрапляємо на чорноземи з високою лінією карбонатності (35–49 см від поверхні). Такі чорноземи простяглися і за межі Чернігівщини – в Сумську область по всьому вододілу між долинами рр. Лисогір–Детюківка з одного боку і Олави з іншого, на відстані понад 20 км. Біля долин річок залягають чорноземи реградовані, що є логічним, зважаючи на наявність опідзолених ґрунтів у долинах із дібровами. На основній території вододілу розповсюджені чорноземи типові. Отже, південно-східна межа підтипу

чернігівських чорноземів вилужених сягає лише межі долин річок Лисогір і Детюківка. Деякі аналітичні дані показано в табл. 1 і 2.

1. Гранулометричний склад чорноземів західної окраїни Полтавської височини (Срібняниця поблизу Сумської області), 2013 р.

Горизонт	Шар ґрунту, см	Вміст гранулометричних фракцій, %, за їх розмірами, мм							
		>0,25	0,10-0,25	0,05-0,10	0,01-0,05	0,005-0,01	0,001-0,005	<0,001	Фізична глина, <0,01 мм
Розріз 73. Чорнозем сильнореградований на лесоподібних суглинках, с. Березівка									
He	0-20	-	0,2	7,6	65,1	3,4	6,8	16,9	27,1
HP/ik	50-60	-	0,1	7,0	65,3	4,4	6,5	16,7	27,6
HPik	80-90	-	0,1	6,0	64,8	4,0	6,9	18,2	29,1
Phk(i)	120-130	-	0,1	8,3	63,9	4,6	6,7	16,4	27,7
Розріз 74. Чорнозем типовий малогумусний легкосуглинковий на лесі, с. Харкове									
H	0-20	-	0,1	5,1	67,5	3,5	6,2	17,6	27,3
Hpk	50-60	-	0,1	5,5	67,6	3,5	5,5	17,8	26,8
PHk	80-90	-	0,1	5,7	67,3	3,4	5,4	18,1	26,9
Phk	120-130	-	0,1	6,7	66,2	3,9	5,9	17,2	27,0

2. Агрохімічні і фізико-хімічні показники чорноземів західної окраїни Полтавської височини, 2013 р.

Гори-зонт	Шар, см	Гумус, %	рН		Обмінні катіони		Гідролітична кислотність,	Насиченість на Ca ²⁺ і Mg ²⁺ , %	Рухомі (за Чиріковим)		N за Корн-фільдом
					Ca ²⁺	Mg ²⁺			P ₂ O ₅	K ₂ O	
			вод.	сол.	мекв/100г ґрунту				мг/кг		
Розріз 74. Чорнозем типовий малогумусний легкосуглинковий на лесі, с. Харкове											
H	0-20	3,59	6,7	5,5	11,6	1,79	2,21	85,9	80	52	111
Hpk	50-60	2,84	-	-	-	-	-	-	32	47	69
PHk	80-90	2,35	-	-	-	-	-	-	33	47	-
Phk	120-130	1,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Розріз 75. Чорнозем типовий малогумусний легкосуглинковий на лесі, с. Лавірівке											
H	0-20	3,98	6,8	5,9	12,4	1,98	1,89	88,4	109	63	118
Hpk	50-60	2,95	-	-	-	-	-	-	77	56	74
PHk	80-90	2,48	-	-	-	-	-	-	78	52	-
Phk	120-130	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Розріз 73. Чорнозем сильнореградований на лесоподібних суглинках, с. Березівка											
He	0-20	3,27	6,8	5,9	10,6	1,59	1,78	87,1	60	70	98
HP/ik	50-60	2,38	-	-	-	-	-	-	45	51	62
HPik	80-90	1,79	-	-	-	-	-	-	44	49	-
Phk(i)	120-130	1,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Розріз 76. Чорнозем сильнореградований легкосуглинковий на лесі, с. Лавірівке											
He	0-20	3,06	5,7	4,8	9,2	1,65	4,12	72,5	125	72	95
HPik	50-60	2,28	-	-	-	-	-	-	65	49	58
HPik	80-90	1,71	-	-	-	-	-	-	42	47	-
Phik	120-130	1,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Дані табл. 1 свідчать, що обстежені ґрунти мають легкосуглинковий склад. Профіль чорноземів типових за гранулометричним складом має монотонну будову. Монотонною є і їх фізична будова. Чорноземи типові поширюються в східному напрямку і в Сумську область, охоплюючи, в тому числі, територію

заповідника «Михайлівська цілина». Як показано на загальнодержавних картах ґрунтів, на Сумщині чорноземи типові розповсюджені і в більш високих широтах. На нашу думку це є наслідком впливу згаданого вище середньоазійського сухого антициклону. Судячи з умісту гумусу (понад 3 % в орному шарі) та глибокою гумусованістю перехідних горизонтів (табл. 2), ці чорноземи класифікуємо як чорноземи типові (глибокі) малогумусні.

У реградованих ґрунтах проявляється ілювіюваність нижньої частини профілю. Це узгоджується і з підвищеною щільністю відповідних горизонтів та їхньою горіхоподібно-грудкуватою структурою.

Характерною ознакою чорноземів типових малогумусних, що прилягають до підзони чорноземів вилужених, на відміну від класичних, є їхня відносно висока ненасиченість на кальцій і магній. Гумусовий горизонт має й помітну кислотність. Максимальну кислотність таких ґрунтів ми спостерігали, як уже згадувалося, південніше Прилук [6], навіть у Варвинському районі, наприклад, у розрізі 72 (рН сол. 5,1 в орному шарі), гідролітична кислотність 3,56 за високої межі карбонатності. Отже, окремі масиви чорноземів типових прилеглої смуги до підзони вилужених чорноземів належить випнувати. Про ефективність цього заходу на подібних ґрунтах свідчать дані багаторічного польового дослідження Чернігівської філії ДУ «Держґрунтохорона» біля с. Гужівки.

Чорноземи реградовані, які нам трапилися, належать до виду сильнореградованих, тобто, з високою лінією закипання з HCl. Але окремі з них, незважаючи на те що досить віддалені від населених пунктів, мають високу кислотність і велику ненасиченість гумусового горизонту (розріз 76). Такі різновиди реградованих ґрунтів недостатньо окультурювалися в минулому і їх належить вапнувати.

Чорноземи реградовані містять менше гумусу, ніж чорноземи типові малогумусні. Та все ж вміст його в орному шарі складає понад 3 %. Забезпеченість доступними формами фосфору і калію вочевидь великою мірою залежить від рівня внесення добрив, а щодо азоту, то його скрізь недостатньо.

Висновки

1. На широті смт Срібне розповсюдження підтипу чорноземів вилужених на Чернігівщині у східному напрямку обмежується долинами рік Лисогір і Детюківки.
2. Прилеглі до підзони чорноземів вилужених, чорноземи типові малогумусні, а також чорноземи сильнореградовані мають гумусовий горизонт недостатньо насичений кальцієм і магнієм. Серед них трапляються масиви з рівнем кислотності, який викликає необхідність вапнування цих ґрунтів.

Список використаної літератури

1. Канівець С.В. Чорноземи Припільської (північної) смуги Лівобережного Лісостепу України / С.В. Канівець, А.І. Мельник, Н.А. Кулик, І.П. Нешта // Міжвідомчий темат. зб. Агрохімія і ґрунтознавство. – 2011. – Вип. 74. – С. 43 - 46.
2. Канівець В.І. До питання класифікації чорноземних ґрунтів. Чорноземи вилужені слабогумусовані / В.І. Канівець, А.І. Мельник, С.В. Канівець // Міжвідомчий зб. Агрохімія і ґрунтознавство. – 2012. – Вип. 78. – С. 21 – 25.
3. Канівець В.І. Чорноземи перехідної смуги північної і центральної частин Лівобережного Лісостепу / Агроекологічний журнал. – 2013. – № 3. – С. 43 – 47.
4. Бойко Є.І. Агровиробничі особливості Чернігівської області і заходи по підвищенню їх родючості / Є.І. Бойко, – К.: Держсільгоспвидав, 1963. – С. 46 – 57.
5. Дмитрієва В.І. Ґрунти Чернігівської області / за ред. С.О. Скорини, - К.: Урожай, 1969. – 64 с.
6. Заморій П.К. Четвертинні відклади Української РСР / П.К. Заморій, – К.: Вид. Київського ун-ту, 1961. – С. 239

Стаття надійшла до редколегії 05.02.2014

PECULIARITIES OF CHERNOZEMS THAT LIE ALONG THE SOUTHEASTERN DISTRIBUTION BOUNDARIES OF CHERNOZEM LEACHED ON THE LEFT-BANK PART OF UKRAINE

V.I. Kanivets¹, S.I. Kanivets², Yu.D. Matukhno³, N.A. Kulik³

¹**Chernihiv State Institute of Economics and Management**

²**Kharkiv Branch of State Institution "Soils Protection Institute of Ukraine"**

³**Chernihiv Branch of State Institution "Soils Protection Institute of Ukraine"**

Chernozems properties of transition zone between subzones chernozem leached (northern) subtypes and chernozem typical in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, particularly on the south-eastern lands of Chernigiv were considered. It was established that the transition zone lies in south Priluk, in Varvinsky district and in the south-east direction from the village Sribne, where it includes regraded soils.

It is shown that the characteristic features of chernozems typical humus-poor, which are widespread (as opposed to classical), is sufficiently high unsaturation of humus horizon on Ca^{2+} and Mg^{2+} and hyperacidity. Many arrays of chernozem typical humus-poor and chernozem regraded are needed to be limed.

Key words: *chernozems typical, bases saturation, humus horizon.*

ОХОРОНА І ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ

УДК: 631.582

ПОТЕНЦІЙНІ ВТРАТИ ҐРУНТУ ВІД ДЕФЛЯЦІЇ ЗА NO-TILL-ТЕХНОЛОГІЇ

С.Г. Чорний¹, А.В. Волошенюк²

¹Миколаївський національний аграрний університет

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

В результаті проведених польових досліджень було визначено, що потенційні втрати ґрунту від вітрової ерозії завдяки застосуванню технології No-till на чорноземах південних зменшуються в більшості випадків у кілька разів. Головною причиною цього є суттєве збільшення покриття поверхні ґрунту рослинними рештками в найбільш дефляційно-небезпечний період (лютий-квітень). Відмічено також стабілізувальний вплив технології No-till на розпилення ґрунту у поверхневому шарі, яке спостерігається в ситуації з великою кількістю циклів «заморожування-танення» протягом холодного періоду року.

Ключові слова: дефляція, технологія No-till, рослинні рештки, розпилення ґрунту.

Вступ та огляд літератури. У степовій частині України дефляція (вітрова ерозія) ґрунтів - досить пересічне явище [1]. В результаті цього процесу відбувається зниження продуктивності ґрунтів, що пов'язано з видуванням верхнього, найбільш родючого, шару ґрунту, а також спостерігаються такі небезпечні «побічні явища», як загибель у результаті видування та засікання ґрунтом посівів сільськогосподарських культур, засипання меліоративних каналів, погіршення здоров'я людей внаслідок збільшення запиленості повітря тощо.

Головним засобом боротьби з дефляцією у степовій зоні України є створення стійкої до сильних вітрів поверхні агроландшафтів у дефляційно-небезпечний період (лютий-квітень) та побудова вертикальних перепон на вітронебезпечних напрямках (для Степу України – північно-східний та східний) у вигляді лісосмуг та (або) куліс. Стійкість поверхонь агроландшафтів до дефляції у цей період визначається також наявністю в структурі посівних площ озимих та багаторічних сільськогосподарських культур, та щільністю покриття рослинними рештками поверхні ґрунту, яка є функцією від виду сільськогосподарської культури в попередній рік та технології обробітку ґрунту. Тут слід зазначити, що в дефляційно-небезпечних районах повинен існувати особливий підхід щодо накопичення рослинних решток, їх подрібнення, способу розташування на поверхні ґрунту (товщина шару решток, ступінь покриття поверхні ґрунту, вертикальна або горизонтальна зорієнтованість відносно панівних вітрів тощо). Тобто в технологіях вирощування сільськогосподарських культур повинні бути окремі агрозаходи щодо використання рослинних решток – «*crop residue management*» в англійській літературі [2].

Дослідники сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур найчастіше констатують високий ґрунтозахисний ефект системи No-till, пояснюючи цей феномен великою кількістю рослинних решток, які залишаються на поверхні ґрунту (наприклад, [3]). Однак, у монографіях та статтях з приводу No-till, де узагальнено багаторічний досвід упровадження цієї технології, найчастіше коментують агрономічні аспекти, а ґрунтозахисний ефект такого обробітку майже не визнається [2, 3].

Спроби кількісної оцінки ґрунтозахисної ефективності No-till є лише в деяких роботах, що стосуються ґрунтів та територій у Північній та Південній Америці. Зокрема, М.Е. Thorne із співавторами [4], зробивши розрахунки для умов землеробства штату Орегон, показали на значний ґрунтозахисний протидефляційний ефект No-till у сівозміні «яра пшениця – ярий ячмінь», особливо після третьої ротації (через шість років), коли мульча закриває поверхню ґрунту на 100 %. У той же час, ефект шорсткості поверхні ґрунту, яка визначається способом обробітку і є, на думку авторів, важливим протидефляційним фактором, проявляється у сівозміні «чорний пар – озима пшениця» лише восени за максимуму дефляційно-небезпечних вітрів у регіоні навесні та влітку [4]. Вплив No-till, порівняно з іншими технологіями обробітку, на протидефляційні властивості ґрунту було вивчено в Аргентині [5] і констатовано суттєву зміну вітростійкості ґрунту після багаторічного застосування цієї технології. Але у висновках цієї роботи не враховано ролі рослинних факторів дефляції, і тому результати досліджень мають обмежену практичну застосовність.

Місце та методи досліджень. Для опрацювання методик кількісного визначення ґрунтозахисної ефективності технології No-till було проведено дослідження на чорноземах південних на території Асканійської сільськогосподарської дослідної станції ІЗЗ НААНУ (с. Тавричанка, Каховський район, Херсонська область) у межах стаціонарного польового дослід з вивчення впливу різних систем обробітку ґрунту та систем удобрення на урожайність сільськогосподарських культур.

Дослідження вели під чотирма культурами сівозміни – озимою пшеницею (2012 р., попередник – горох), сорго (2012-2013, попередник - озима пшениця), горохом (2012-2013, попередник – сорго) і ярою пшеницею (2013 р., попередник – горох).

За технології No-till сівбу виконували сівалкою Grain Plains CPN, з міжряддями 19 см для озимої та ярої пшениць і гороху та з міжряддями 38 см для сорго. Як контроль використовували традиційний для даних культур основний обробіток ґрунту – під озиму та яру пшениці – дискування важкою дисковою бороною на глибину 12-14 см, у всіх інших випадках – глибоку оранку на 28-30 см з обертанням скиби агрегатом ПЛН-5-35.

Ґрунтозахисними критеріями технологій обрано такі: маса рослинних решток; ступінь покриття ними поверхні ґрунту (шляхом умовної розбивки на 100 квадратів однакової площі фотознімка поверхні з подальшим визначенням проективного покриття у кожному квадраті); грудкуватість ґрунту (вміст агрегатів більше 1 мм (%)) за сухого розсівання зразка ґрунту із шару 0-10 см за методикою Н.І. Саввінова. Усі визначення виконували в трьох- або чотирьохкратній повторності.

Результати та їх обговорення. Як комплексний критерій оцінки ступеня ґрунтозахисної ефективності технології No-till було використано математичну модель щодо «прогнозування пилових бур» ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» [6], повна версія якої має такий вигляд:

$$E_p = (0,1 \cdot 10^{a-b \cdot K-c \cdot S} \cdot K_S \cdot V_{MAX}^3 \cdot t \cdot K_P \cdot K_{DC} \cdot K_L \cdot K_{ГЗ}) / V_{MOD}^3 \quad (1),$$

де E_p – умовно-потенційні втрати ґрунту, т/га за рік; K – грудкуватість ґрунту, %; S – кількість стерні або рослинних залишків на поверхні ґрунту, шт/м²; c , b , a – коефіцієнти, які залежать від ґенези, фізичних та фізико-хімічних

властивостей ґрунтів та виду і кількості рослинних решток [6]; K_s – коефіцієнт руйнації агрегатів; K_r – коефіцієнт впливу рельєфу; $K_{дс}$ – коефіцієнт «дефляційної стійкості сільськогосподарських культур»; K_l – коефіцієнт, який вказує на ступінь захищеності лісосмугами; $K_{гз}$ – коефіцієнт впливу додаткових ґрунтозахисних заходів; t – середнє багаторічне число годин з пиловою бурею; V_{max} – середня максимальна швидкість вітру під час пилових бур 20 % забезпеченості, м/с; V_{mod} – швидкість повітряного потоку в аеродинамічній установці ПАУ-3, що дорівнює 13,5 м/с (23 м/с на висоті флюгера) [6].

Результати розрахунків за формулою (1) відображено на рис. 1. Як видно, в усіх випадках продефляційна ефективність технології No-till вища, ніж на контролі, причому, коли попередником була озима пшениця (на посівах сорго) така ефективність абсолютна – потенційні втрати ґрунту приблизно в 4 рази менші, ніж на контролі.

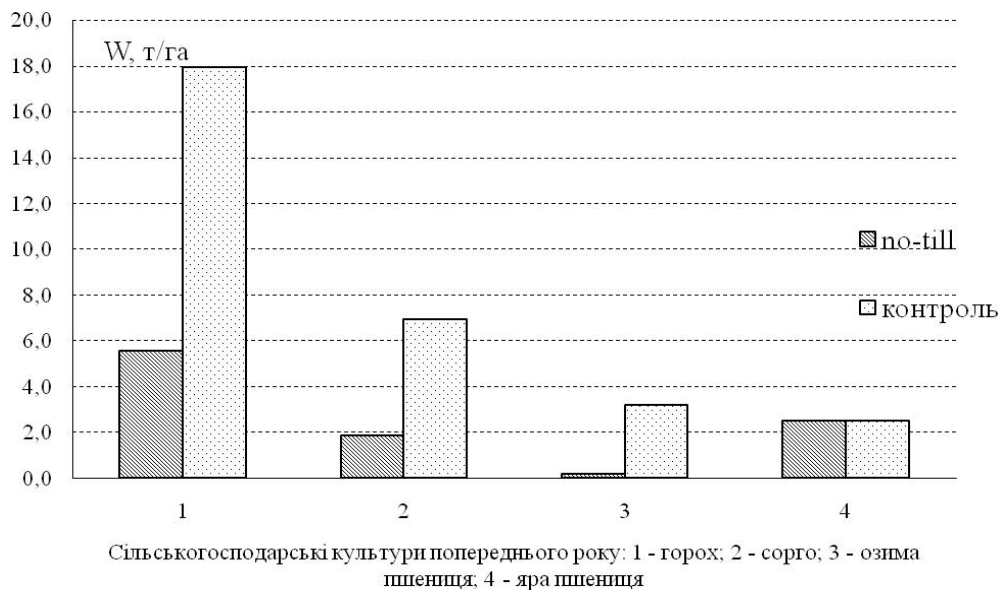


Рис. 1. Вплив No-till на потенційні втрати ґрунту

Детальний аналіз складових рівняння (1) показує, що оцінка ґрунтозахисного ефекту технології реально складається лише з двох індексів – величини грудкуватості ґрунту та ґрунтозахисної ефективності рослинних залишків (кількість стерні або рослинних рештків на поверхні ґрунту). Останній показник характеризує ступінь захищеності поверхні ґрунту від видування сильними вітрами в найнебезпечніший, щодо дефляції, період – лютий-квітень. Очевидно, що кількість рослинних решток у штуках на 1 м² буде пропорційною їхній масі та площі проективного покриття. Проведені дослідження вказали [7] на тісний зв'язок ($r^2 = 0,89$) між проективним покриттям (PP, %) та масою рослинних решток (V , г/м²), що апроксимується рівнянням 2:

$$PP = -0,15 \cdot 10^{-7} \cdot V^3 + 1,72 \cdot 10^{-4} \cdot V^2 + 8,21 \cdot 10^{-3} \cdot V \quad (2)$$

Аналіз даних щодо впливу технології No-till на проективне покриття поверхні ґрунту показує (рис. 2), що ця технологія сприяє захисту ґрунту від вітрової ерозії. Абсолютний захист ґрунту під час сильних вітрів констатували у варіанті досліді з попередником озима пшениця, де проективне покриття становило 100 %. Коли попередниками були інші культури, проективне покриття поверхні ґрунту в кінці зими та весною було меншим, але ґрунтозахисний ефект No-till завжди відчувався (порівняно з контролем).

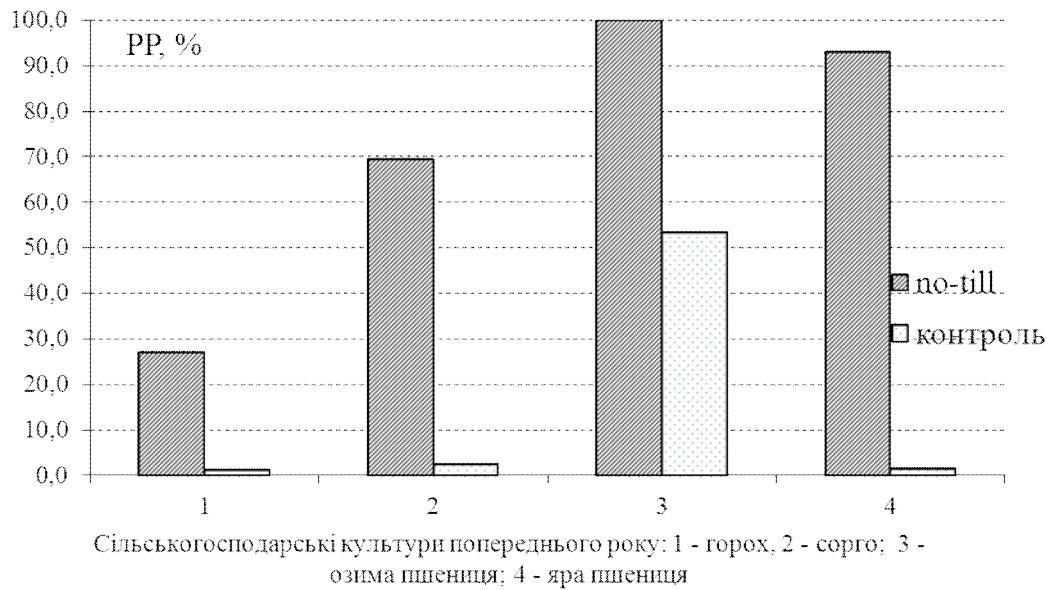


Рис. 2. Вплив No-till на проективне покриття ґрунту рослинними рештками

На тлі цього феномену друга складова кількісної оцінки протидефляційної ефективності технології No-till, а саме, грудкуватість, не відіграє визначної ролі (рис. 3). Ця технологія суттєво не змінила параметрів вітротривкості структури ґрунту. Лише на ділянках, де попередником була озима пшениця, грудкуватість поверхневого шару чорнозему південного на варіанті з No-till була дуже високою – близько 80 %, що, згідно з існуючим групуванням [8], притаманне найбільш вітростійким ґрунтам. У всіх інших випадках грудкуватість коливається у межах 50-70 %, що свідчить про середню вітростійкість ґрунтів [8].

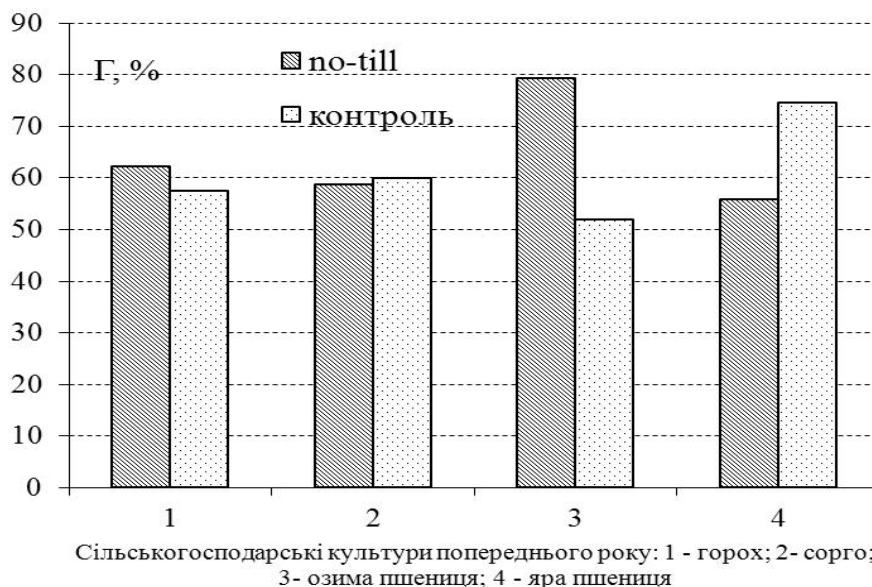


Рис. 3. Вплив No-till на грудкуватість ґрунту навесні

У попередніх наших роботах [9,10] було показано, що грудкуватість (а отже і вітростійкість) ґрунтів весною значною мірою залежить не стільки від їхніх властивостей (гранулометричного складу, вмісту гумусу, карбонатів тощо), а і від метеорологічних умов узимку. Приведені в цих роботах результати доводять, що за осінньо-зимовий період часто відбувається певне руйнування ґрунтової

структури та істотне зниження показника грудкуватості саме під впливом метеорологічного фактору. Нестійкі зими, які характеризуються великою кількістю відлиг, призводять до багаторазового переходу температури ґрунту через 0°C , а значить, до руйнації вітротривкої структури.

Що стосується зим 2011-2012 рр. та 2012-2013 рр., то, згідно з даними метеостанції Асканія-Нова, протягом першої відбулося 50 переходів через нуль, а впродовж другої – 54. Тоді, як, згідно з нашими дослідженнями [9,10], розпилення ґрунту починається вже після 25-30 циклів “заморожування-танення” поверхневого шару ґрунту. Тобто, в обох випадках руйнація вітротривкої структури має бути досить помітною. Дійсно, проведені дослідження показали, що у варіантах з традиційним обробітком по всіх культурах параметри грудкуватості знижуються суттєво. Зокрема, за зиму 2011-2012 рр. грудкуватість ґрунту на полі, де вирощували горох, знизилась більше ніж удвічі – з 91 до 44 %, під сорго – з 85 до 51 %, а під озимую пшеницею з 64 до 52 %. За зиму 2012-2013 рр. грудкуватість на полі, де вирощували горох, знизилась з 82 до 71 %, сорго – з 93 до 69 %, яру пшеницю – з 93 до 74 %.

У той же час, на варіанті з технологіями No-till ситуація більш складна. Спостереження показали, що грудкуватість весною, порівняно з осінніми визначеннями, в деяких випадках якщо і зменшилася, то не набагато, а іноді, навіть зросла. На рис. 4 показано залежність між вмістом грудок більше 1 мм весною та восени по кожному з варіантів досліді. Обведене поле точок на цьому графіку демонструє ситуацію, коли суттєвої трансформації вітротривкої структури впродовж зими не відбувається. Тобто в цьому випадку або багаторазовий циклічний процес “заморожування-танення” поверхневого шару ґрунту не призводить до руйнації агрегатів, або, що більш вірогідно, кількість таких циклів для ґрунту, покритого шаром рослинних решток суттєво зменшується.

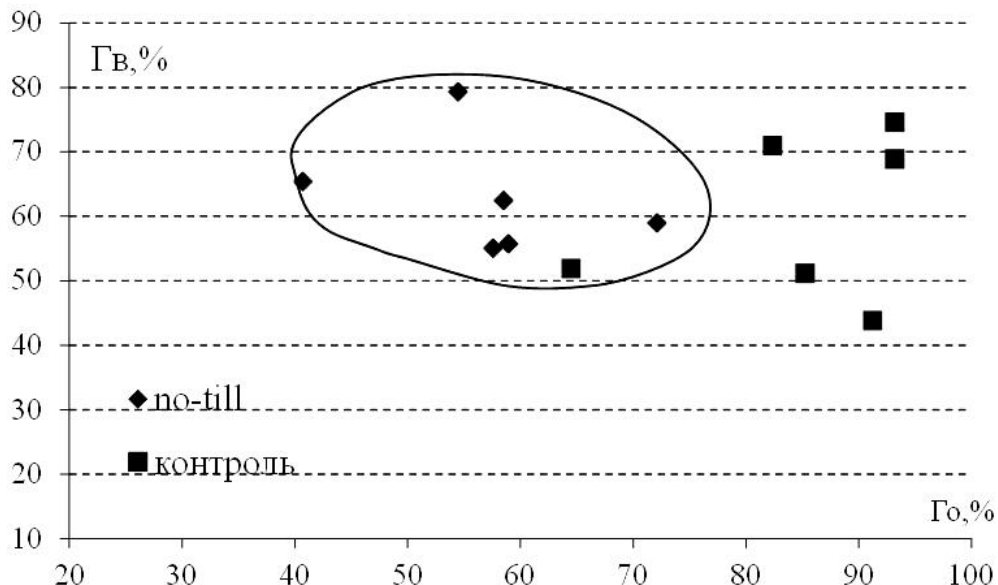


Рис. 4. Вплив No-till на трансформацію грудкуватості впродовж зимових місяців

Як видно, в цю область потрапили всі варіанти досліді з No-till, а також контрольний варіант з попередником «озима пшениця», де за поверхневого обробітку – дискуванням важкою дисковою бороною на 12-14 см – залишилось досить багато рослинних решток (рис. 2). Отже, очевидно, що саме шар рослинних решток на поверхні ґрунту є головною причиною призупинення

руйнації вітротривких грудок південного чорнозему впродовж зими. А тому ґрунтозахисні властивості технології no-till можна розглядати не тільки в контексті захисту поверхні значним шаром рослинних решток, а і захисту ґрунту від розпилення впродовж зимових відлиг.

Висновки. В результаті проведених досліджень було кількісно визначено протидефляційну ефективність технології No-till для чорноземів південних. Потенційні втрати ґрунту у разі застосування цієї технології зменшуються (у більшості випадків) у кілька разів. Головною причиною цього є суттєве зростання завдяки застосуванню No-till покриття поверхні ґрунту рослинними рештками в дефляційно-небезпечний період (лютий-квітень). Відмічено також стабілізувальний вплив технології No-till на процес розпилення ґрунту, яке спостерігається за великої кількості циклів “заморожування-танення” поверхневого шару ґрунту в умовах безперервних зимових відлиг.

Список використаної літератури

1. Чорний С.Г. Пилова буря 23-24 березня 2007 року на Півдні України: поширення, метеорологічні та ґрунтові чинники, втрати ґрунту /С.Г. Чорний О.М. Хотиненко, О.В. Письменний, Т.М. Чорна // Вісник аграрної науки. – 2008. – №9. – С. 46- 51.
2. Гассен Д. Прямой посев – дорога в будущее /Д. Гассен, Ф. Гассен. – Днепропетровск: Корпорация «Агросоюз», 2004. – 206 с.
3. Косолап М.П. Система землеробства No-till: Навч. посібник/ М.П. Косолап, О.П. Кротінов. – К.: Логос, 2011 – 352 с.
4. Thorne M.E. No-till spring cereal cropping system reduce wind erosion susceptibility in wheat/fallow region of the Pacific Northwest /M.E. Thorne, F.L. Young, W.L. Pan, R. Bafus, J.R. Alldredge //Journal Soil and Water Conservation Society. – 2003. – № 58(5). – Pp. 250-257.
5. Hevia G.G. Tillage affects soil aggregation parameters linked with wind erosion/ G.G. Hevia, M. Mendez, D.E. Buschiazzi // Geoderma. – 2007. – V. 140. – Is. 1-2. – Pp. 90-96.
6. Методичні рекомендації з прогнозування прояву пилових бур в Україні. Харків: ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», 2009 – 31 с.
7. Чорний С.Г. Кількісна оцінка протидефляційної ефективності технології No-till в умовах Південного Степу України/ С.Г. Чорний, О.В. Видинівська, А.В. Волошенюк // Ґрунтознавство. – 2012. - Т.13.-С. 38-47.
8. Чорний С.Г. Вітростійкість ґрунтового покриву Степу України/ С.Г. Чорний, О.В. Письменний // Вісник ХНАУ імені В.В. Докучаєва. – Харків, 2008. - № 2. С. 147-150.
9. Чорний С.Г. Вплив погодних умов на протидефляційну стійкість чорнозему південного/ С.Г. Чорний, О.М. Хотиненко // Науковий вісник Чернівецького національного університету: Зб. наук. пр. - Вип. 257: Біологія. - Чернівці: Рута. - 2005. – С. 225-231
10. Чорний С.Г. Изменение климата и проблема дефляции в Южной и Сухой степи Украины/ С.Г. Чорний, О.М. Хотиненко // Инновации, землеустройство и ресурсосберегающие технологии. Сб. докладов Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 2007. – С. 124-129.

Робота надійшла до редколегії 28.12.2014

POTENTIAL SOIL LOSSES FROM DEFLATION BY NO-TILL-TECHNOLOGIES

S.G. Chorny¹, A.V. Voloshenjuk²

¹Mykolajiv National Agrarian University

²Askaniya State Agricultural Experimental Station of Institute of Irrigated Agriculture of the NAAS
(chorny@rambler.ru)

As a result of field research it was determined that the potential soil losses from wind erosion for chernozems southern have been reduced in most cases for several times by No-till technology. The main reason is the substantial increase in ground cover by plant residues in the most dangerous wind erosion period (February-April). It was also noted stabilizing influence of No-till technology on soil dispersion process of the surface layer, which is observed by many cycles "freezing-thawing" for the cold season there was too.

Key words: deflation, technology No-till, plant residues, soil dispersion.

УДК 631.445.4:631.15; 504.53.06: 504.054. 272

СПОСІБ ЕКОЛОГІЧНОЇ РЕМЕДІАЦІЇ ҐРУНТУ, ТЕХНОГЕННО ЗАБРУДНЕНОГО ПЕРЕВАЖНО КАДМІЄМ, СВИНЦЕМ, ЦИНКОМ ТА ХРОМОМ**В.Л. Самохвалова, А.І. Фатєєв, С.Г. Зуза, В.О. Зуза, В.М. Горякіна****ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»**
(*v.samokhvalova@mail.ru*)

Обґрунтовано спосіб ремедіації ґрунту, техногенно поліелементно забрудненого переважно Cd, Pb, Cr, Zn, у якому за рахунок використання сульфату заліза з додатковим внесенням біогумусу як активатору самоочищення ґрунту і ґрунтополіпшувача пролонгованої дії, відповідно до рівня забруднення ґрунту забезпечується відновлення його природних властивостей та створення резерву поживних речовин у ґрунті, що сприяє відновленню продуктивності рослин та забезпеченню екологічної реабілітації забрудненої системи ґрунт-рослина. Технічним результатом розробленого способу є прискорення мікробіологічних процесів, фізико-хімічної адсорбції важких металів різних класів небезпеки у ґрунті шляхом комплементарного внесення структурополіпшувачів органічного та неорганічного типу чим забезпечується ефективна ремедіація техногенно забруднених ґрунтів, розширюється спектр важких металів, нездатних до міграції у суміжні з ґрунтом середовища та оптимізація і відновлення гумусового стану ґрунту.

Ключові слова: важкі метали (кадмій, свинець, цинк, хром), техногенне забруднення ґрунтів, спосіб, ремедіація.

Вступ. Відновлення родючості ґрунтів та охорона їх від забруднення є актуальною та однією з найбільш складних наукових проблем сучасності. Поліпшення екологічної ситуації на техногенно забруднених ґрунтах шляхом проведення ефективної ремедіації потребує вирішення спектру питань методичного, технологічного і правового характеру за розроблення і проведення комплексу фізичних, фізико-хімічних, хімічних і біологічних заходів для зниження інтенсивності процесів деградації ґрунтів за впливу хімічного техногенного забруднення. Тому актуальним та важливим як в теоретичному плані, так і в прикладному аспекті є розроблення нових способів ремедіації техногенно забруднених важкими металами (ВМ) ґрунтів за створення умов для поліпшення їх екологічного стану і запобігання зниження рівня продуктивності ґрунтів та рослин, погіршення їхньої якості.

Стан вивченості проблеми. Аналіз та ранжування всіх відомих сучасних способів ремедіації системи ґрунт – рослина, моно- та поліелементно забрудненої ВМ, представлено у попередніх розробках як результат виконання фундаментальних досліджень [1-5].

Аналіз патентів щодо способів екологічної реабілітації техногенно забруднених ВМ ґрунтів свідчить, що найближчим (за технічною суттю) до розроблюваного нами способу є відомий спосіб з використанням водного розчину гумінових кислот (ГК), вилучених із низинного торфу [6]. Зниження токсичності забруднених ґрунтів досягається шляхом хімічного зв'язування катіонів ВМ у нерозчинні сполуки за допомогою ГК. Проте, вихідні ГК мають, як правило, малу активність (як наслідок низької гідратованості і дисперсності, блокування їх активних центрів різними компонентами), що вимагає включення додаткового етапу отримання водорозчинних ГК та значно ускладнює і збільшує вартість

проведення робіт з детоксикації ВМ ґрунту. Також спосіб не враховує склад та характер забруднення і буферні властивості ґрунтів, що призводить до зниження ефективності їх ремедіації.

Відомо інший спосіб відновлення родючості (оптимізація структурного стану, підвищення мікробіологічної активності) малобуферного піщаного забрудненого ґрунту [7]. Спосіб передбачає внесення у ґрунт торфу та органічного добрива з вмістом протеїну 4 % у масовому співвідношенні 1:1-2, суспензію активного мулу в кількості 0,05-0,3 %, у співвідношенні С:N:P рівному 100:5:1. Недоліком такого способу є трудомісткість його виконання та багатовитратність, збереження екологічного ризику вторинного забруднення ґрунтів внаслідок підвищеного вмісту ВМ в активному мулі.

Найбільш близьким за технічною суттю й результатом, що досягається, є спосіб, що передбачає використання водорозчинних солей заліза сукупно з азотними добривами у певному співвідношенні [8]. Ефективність детоксикації ВМ досягається завдяки фізико-хімічній адсорбції та зменшення рухомості ВМ у техногенних ґрунтах з нейтральними і лужними властивостями, утворюються стійкі органо-мінеральні комплекси, що недоступні кореням рослин. Такий підхід забезпечує ефективність використання детоксикантів, але, оскільки забруднення ВМ у зонах його сталої дії носить поліелементний характер, із всього спектру дії ВМ знижується рухомість лише Pb і Cd. Крім того, залізо є антагоністом фосфору, цинку та марганцю і тому ризик гальмування надходження фосфору та мікроелементів до рослин зростає. До того ж, на фоні тривалого внесення азотних добрив, відбувається зменшення вмісту аморфного заліза в ґрунті, знижується ефективність дії сульфату заліза як детоксиканта, спостерігається пептизація і видалення глинистих колоїдів, що може призвести до руйнації ґрунтового поглинального комплексу, втрати агрономічно цінної структури ґрунту і ґрунтової родючості. Разом з утратою глинистих мінералів втрачається і стійкість ґрунтів до забруднення ВМ.

Мета дослідження – розробити спосіб ремедіації ґрунту, забрудненого переважно Cd, Pb, Cr, Zn, через прискорення мікробіологічних процесів, фізико-хімічної адсорбції ВМ різних класів небезпеки шляхом комплементарного внесення структурополіпшувачів органічного та неорганічного типу. Спосіб спрямовано на ефективну ремедіацію техногенно забруднених ґрунтів, розширення спектру ВМ, нездатних до міграції у суміжні з ґрунтом середовища та оптимізацію і відновлення гумусового стану ґрунту, впливаючи на активацію самоочищення ґрунтів від ВМ, сприяючи покращенню екологічного стану ґрунтів в районах з інтенсивним впливом атмотехногенного забруднення за одночасного підвищення біоенергетичного потенціалу і буферної здатності ґрунтів; забезпечуючи пролонгованість дії детоксикантів, створення резерву поживних речовин ґрунту, підвищення стійкості рослин до забруднення за відновлення їхньої продуктивності.

Об'єкт і методи дослідження. Розроблення способу включало: *проведення патентного пошуку* згідно з ДСТУ 3575-97; *польовий етап* – ґрунтово-геохімічні дослідження на локальному і регіональному рівнях, в тому числі, за умов сталого впливу джерел атмотехногенних емісій забруднення неорганічної природи Зміївської ТЕС ПАТ "Центренерго" НАК "Енергетична компанія України" Харківської області і ВАТ «Укрцинк» Донецької області та проведення серії мікропольових дослідів; *аналітичний етап* – визначення рівнів

вмісту рухомих форм мікроелементів (МЕ) і ВМ у чорноземних ґрунтах різної буферної здатності за використання як екстрагентів ацетатно-амонійного буферного розчину з рН 4,8 та 1н НСІ згідно з чинними ДСТУ 4770.1:2007 – ДСТУ 4770.9:2007; *камеральний етап* – оцінка мікроелементного статусу ґрунтів за експертного оцінювання нормативно-довідкової документації, статистична обробка отриманих даних.

Об'єкти патентного пошуку – об'єкти авторського права, які запатентовано в Україні та країнах СНД, ЄС в площині поставленої мети. Предмет пошуку – спосіб в цілому; окремі операції (етапи) способу, що є самостійним патентоспроможним об'єктом; способи їх одержання і галузь застосування; обладнання, що використовують для здійснення способу. Методи досліджень – експертна оцінка, аналізування, співставлення.

Об'єкти дослідження – ґрунти Лісостепової і Степової природно-кліматичних зон України за впливу забруднення ВМ та за його відсутності; інактиватори токсичності органічної та неорганічної природи; способи, прийоми та заходи щодо ремедіації забруднених ґрунтів. Методи досліджень – універсальні загальнонаукові методи, методи теоретичного аналізу, системний та екосистемний підходи, ландшафтно-геохімічні, лабораторно-аналітичні; статистичні методи обробки даних, експертне оцінювання нормативно-довідкової документації.

Ремедіанти (сульфат заліза, біогумус) одноразово вносили у ґрунт відповідно до встановлених рівнів поліелементного забруднення ґрунту ВМ (Cd, Pb, Cr, Zn): *за помірних рівнів забруднення*, одноразово на 5 років – сульфат заліза ($\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) – 300-500 кг/га, біогумус – 2000 кг/га; *за небезпечної рівня забруднення*, одноразово на 2-3 роки – сульфат заліза – 800-1500 кг/га, біогумус – 4000 кг/га; *за надзвичайно небезпечної рівня забруднення*, одноразово щорічно – сульфат заліза – 2500-3000 кг/га, біогумус – 6000 кг/га.

Внесення ремедіантів проводили відповідно до методичних рекомендацій щодо обґрунтування ГДК вмісту хімічних речовин у ґрунті [9], сульфату заліза у сухому вигляді і послідовного внесення біогумусу – за використання чинних методичних рекомендацій [10]. Спосіб внесення біогумусу, як концентрованого органічного добрива пролонгованої дії – поверхневий, весною під передпосівну культивування ґрунту впливаючи на активацію самоочищення ґрунтів від ВМ, підвищення ефективності ремедіаційної дії сульфату заліза.

Використовували готовий біогумус (вермікомпост) – продукт фізичної та біохімічної трансформації перепрілого гною ВРХ, як органічного субстрату з терміном вермікомпостування у 6 місяців, що утворюється як результат взаємодії дощових черв'яків і мікроорганізмів. Внесений біогумус характеризувався таким складом: гумус – 8 %; загальний вміст органічних речовин – 40 %; гумінові речовини – 25 %; рН – $7,1 \pm 0,4$; N загальний – 0,5 %; P загальний – 0,8 %; K загальний – 1,5 %; Ca – 4 %; Mg – 0,8 %; зольність – 35 %; вологість – 14 %). Вміст ВМ у біогумусі нижче ГДК для ґрунту та не перевищував встановлених нормативних значень і відомих вимог щодо вмісту ВМ в органічних добривах (табл.1).

Оцінку екологічного стану ґрунтів щодо мікроелементного статусу та вмісту ВМ проводили згідно з діючими нормативами і методичною базою, використовуючи показник сумарного забруднення (Zc) та фонові рівні вмісту ВМ для ґрунтів Лісостепової і Степової природно-кліматичних зон України [11]. Отримані величини характеризують локальні зони забруднення ґрунтів за вмістом валових і рухомих форм ВМ (надзвичайно небезпечний рівень забруднення – за

ГДК $BM > 5$; $Zc_{\text{вал. форми}} = 178$ (8); $Zc_{\text{ААБ з рН 4,8}} = 265$ (8); $Zc_{1\text{HCl}} = 89,4$ (7); небезпечний рівень – за ГДК $BM-2-5$; $Zc_{\text{вал. форми}} = 16,7$ (8); $Zc_{\text{ААБ з рН 4,8}} = 185$ (9); $Zc_{1\text{HCl}} = 29,7$ (6); помірний рівень забруднення – за ГДК $BM - 2$; $Zc_{\text{вал. форми}} = 10,8$ (8); $Zc_{\text{ААБ з рН 4,8}} = 8,4$ (5); $Zc_{1\text{HCl}} = 7,3$ (5)).

1. Вимоги щодо обмеження вмісту ВМ в органічних добривах

Нормативний документ	Вміст ВМ в органічному добриві (мг/кг сухої речовини)					
	Cd	Cu	Pb	Zn	Ni	Cr
Біогумус (вермікомпост)	0,15	5,22	1,90	41,2	6,36	3,96
ТУ 9819-238-00008064-98	2	132	130	220	-	-
Норма (Справочная книга, 2001)	20	1000	750	2500	300	750
ГДК (ГОСТ Р17.4.3.07-2001)	30	1500	500	3500	400	1000

Оцінювання ефективності ремедіації ґрунту за вмістом рухомих форм елементів-забруднювачів проводили за коефіцієнтами захисних властивостей ґрунту (K_z , %) та забруднення ґрунту рухомими формами ВМ (K_{zg} , разів), які визначають відповідно до формул 1 та 2.

$$K_z = 100 - C_{p.f.} / C_{\text{вал.ф.}} \times 100 \%, \quad (1)$$

де: $C_{p.f.}$ – вміст рухомих форм ВМ у ґрунті після очищення (екстрагент 1н HCl, мг/кг), $C_{\text{вал.ф.}}$ – валовий вміст ВМ у ґрунті (мг/кг).

Коефіцієнт захисних властивостей ґрунтів (K_z) характеризує частку рухомих кислоторозчинних форм хімічного елемента у загальному його вмісті у ґрунті, що знаходиться у сполученій формі та є недоступною для рослин.

$$K_{zg} = C_{p.f.} / C_{\text{фон}}, \quad (2)$$

де: $C_{p.f.}$ – вміст рухомих форм ВМ у ґрунті після очищення (екстрагент буферний розчин ацетат амонію з рН 4,8; мг/кг), $C_{\text{фон}}$ – фоновий вміст рухомих форм ВМ (мг/кг ґрунту).

Коефіцієнт забруднення ґрунту рухомими формами ВМ (K_{zg}) характеризує кількість рухомих форм певного хімічного елемента, що перевищує природний фоновий рівень його вмісту у ґрунті.

Необхідність введення відповідних коефіцієнтів обумовлена доцільністю переходу до безрозмірних величин для підвищення об'єктивності оцінювання ефективності ремедіації техногенно забруднених ґрунтів ВМ, що належать до різних класів небезпеки (Cd, Pb, Zn – 1 клас; Cr – 2 клас), характеризуються різними рівнями загального природного вмісту у ґрунтах (Cd – 1, Pb – 10, Zn – 53; Cr – 52 мг/кг) і різною рухомістю у забруднених ґрунтах (Cd – 26,7-92,3 %, Pb – 21,7-74 %, Zn – 16,8-47 %; Cr – 3,9-7,8 %).

Оцінку ефективності дії комплексу ремедіації техногенно забрудненого ВМ ґрунту також проводять в експериментах *in vivo*. Тест культура ячмінь (*Hordeum*). Продуктивність агрофітоценозів визначають у кінці вегетаційного періоду. Тест реакції – біологічна активність ґрунту (целюлозолітична та нітрифікаційна активність, емісія CO₂) згідно з відомими методами мікробіологічних та біохімічних досліджень забруднених ґрунтів: методу Д.Г. Звягинцева (1980); аплікаційних методів за Е.Н. Мишустиним (1971); визначання рівнів емісії CO₂ ґрунтом за методиками І.Н. Шаркова (1987) та В.Н. Макарова (1988). Дослідження колоїдів

ґрунту та їх фракцій проводили за методами Н.И. Горбунова (1957), А.Ф. Тюлина (1958). Обробку отриманих даних здійснювали за використання методів математичної статистики в рамках пакету програм *Statistica 10*.

Результати. За підсумками проведення довгострокових польових досліджень в зонах техногенного впливу було встановлено, що сульфат заліза та біогумус, які внесено окремо на техногенно забруднених ВМ ґрунтах для інактивації їхньої токсичності по різному взаємодіють з металами-токсикантами. Ефективність дії підвищується саме за комбінування їх внесення відповідно до рівня забруднення ґрунтів з нейтральною або лужною реакцією ґрунтового середовища. При цьому, біогумус, як органічне добриво і структурополіпшувач техногенно забруднених ВМ ґрунтів, підсилює ефективність періоду дії сульфату заліза, що сприяє пролонгації їх сумісного впливу у забрудненій системі ґрунт – рослина. За таких умов утворюються стійкі органо-мінеральні комплекси, які включають ВМ, посилюються окиснювальні процеси; біогумус активує функціонування бактеріальної мікрофлори за зростання біомаси мікроорганізмів, внаслідок чого посилюється процес біологічного поглинання металів і залучення їх у біомасу мікроорганізмів ґрунту. Необхідною умовою, при цьому, є його більша інтенсивність, порівняно з мінералізацією органічної речовини ґрунту, що сприяє сорбції ВМ аморфними колоїдами гідрооксидів та оксидів заліза, які мають велику ємність вбирання. Фіксовані мікроорганізмами ВМ є менш доступними для рослин, порівняно з ВМ, що адсорбовані глинистими мінералами ґрунту. Таким чином шляхом впливу на процеси мінералізації та гуміфікації органічної речовини у ґрунтовій системі забезпечується технічний результат – екологічна ремедіація забруднених ВМ ґрунтів.

Встановлено, що поєднання у комплекс структурополіпшувачів ґрунту різної природи і забезпечило позитивний вплив на активацію як мікробіологічних (целюлозолітична активність, емісія CO_2), так і фізико-хімічних процесів у ґрунті (іонний обмін, адсорбція і абсорбція, сокоагуляція, переведення легкокорозинних сполук ВМ у важкорозчинні), що підтверджується результатами досліджень (табл.2-4, рис.1).

Фізико-хімічні зміни, які відбуваються у ґрунті за внесення сульфату заліза і в результаті впливу низькомолекулярних органічних сполук у складі біогумусу та нейтральних і лужних умов середовища ґрунту, сприяють сукупній коагуляції золю гідрооксиду заліза з органічною речовиною ґрунту, чим знижується рухомість ВМ (табл.2), які сполучені з водорозчинними органічними речовинами; забезпечується сприяння фізико-хімічній адсорбції ВМ із ґрунтового розчину. Таким чином, розраховані величини оцінювальних коефіцієнтів, згідно з табл.2, характеризують ступінь очищення ґрунту від ВМ після використання сульфату заліза та біогумусу, як заходів детоксикації різних рівнів забруднення ґрунту і є підтвердженням ефективного їх комбінування. Так, коефіцієнт забруднення ґрунту рухомими формами Cd знижується до 0,5-3-11 порівняно з контролем, де цей показник становив відповідно 1,5-5-15. Аналогічну закономірність також встановлено для рухомих форм Pb, Zn та Cr ґрунту. Підсумком чого є високе очищення ґрунтів від ВМ, утворення стійких сполук з мінеральними і органічними колоїдами ґрунту; інтенсифікація процесів мінералізації гумусу за підвищення вмісту водорозчинного вуглецю у ґрунті (табл.3), що до певних меж є позитивним для поліпшення екологічного стану ґрунтів у районах з інтенсивним амотехногенним забрудненням ВМ.

2. Оцінювання ефективності ремедіації забрудненого ґрунту за коефіцієнтами забруднення та захисних властивостей ґрунтів

Варіанти ремедіації відповідно до рівнів техногенно забруднених ґрунтів ВМ	Коефіцієнт забруднення ґрунту рухомими формами ВМ ($K_{зе}$)				Коефіцієнт захисних властивостей ґрунтів відносно ВМ (K_z , %)			
	Cd	Pb	Zn	Cr	Cd	Pb	Zn	Cr
<i>помірний рівень забруднення</i>								
Контроль (забруднений ґрунт)	1,5	4,0	3,0	2,0	69,0	59,0	75,0	96,0
FeSO ₄ ·7H ₂ O 300-500 кг/га + біогумус 2 т/га	0,5	3,0	2,5	1,5	76,0	62,0	78,0	97,0
<i>небезпечний рівень забруднення</i>								
Контроль (забруднений ґрунт)	5,0	54,0	7,0	6,0	50,0	46,0	64,0	94,0
FeSO ₄ ·7H ₂ O 800-1500 кг/га + біогумус 4 т/га	3,0	53,0	6,0	4,5	59,0	47,0	68,0	95,0
<i>надзвичайно небезпечний рівень забруднення</i>								
Контроль (забруднений ґрунт)	15,0	171,0	218,0	18,0	32,0	51,0	53,0	92,0
FeSO ₄ ·7H ₂ O 2,5-3 т/га + біогумус 6 т/га	11,0	165,0	200,0	14,0	36,0	55,0	54,0	92,8

Однак ми встановили, що внаслідок ефективної екологічної ремедіації за введення структурополіпшувачів у складі комплексу, що пропонується, збільшується ризик надмірної мінералізації гумусу, що може призвести до порушення вуглецевого балансу ґрунту і нівелювання ефекту ремедіації забруднення. До того ж, ми встановили, що без біогумусу внесення сульфату заліза обмежено дозою 600 кг/га, за перевищення якої спостерігаються негативні явища – збільшується вміст ґрунтових колоїдів, що пептизуються водою і, відповідно, зменшується частка сполук ґрунту які не піддаються пептизації.

За результатами досліджень колоїдів ґрунту та їх фракцій було встановлено, що внесення біогумусу є ефективним важелем впливу на екологічне відтворення вуглецевого балансу ґрунту, відновлення та поліпшення його структури (в тому числі і за рахунок послаблення інтенсивності процесів мінералізації гумусу), фіксацію ВМ колоїдами ґрунту та органічними речовинами біогумусу, збільшення поглинальної здатності ґрунтів і рН, зниження вмісту водорозчинного вуглецю (табл. 3). Отже, зменшення забруднення ґрунту констатовано збільшенням коефіцієнту захисних властивостей ґрунтів відносно ВМ, і таким чином, підтверджено ефективність запропонованого способу екологічної ремедіації і його перевагу. Також за результатами мікробіологічних та біохімічних досліджень було встановлено посилення активності біологічної складової ґрунту, зокрема, целюлозолітичної і нітрифікаційної активності та емісії CO₂ ґрунтом (табл. 4).

За можливості активізувати природний біологічний потенціал ґрунту та на фоні зниження негативного впливу ВМ поліпшується екологічний стан ґрунту, що позитивно позначається на продуктивності рослин ячменю (рис. 1, варіанти 1-4 порівняно з контролем – варіант 5). Це є додатковим підтвердженням ефективності запропонованого способу комплементарного внесення сульфату заліза і біогумусу та надає можливість їх впроваджувати як ефективні ремедіанти відновлення техногенно забруднених ВМ ґрунтів.

3. Вплив ремедіантів на стан колоїдів та їх фракцій у забрудненому ґрунті

Варіанти ремедіації техногенно забруднених ґрунтів	Колоїди I фракції тонкодисперсних часток (1н NaCl), %	Колоїди II фракції тонкодисперсних часток (0,004н NaOH), %	Колоїди III фракції тонкодисперсних часток (0,05н HCl), %	Залишок	Водорозчинний С, мг/100 г у шарі ґрунту 0-20 см	
					1-й рік дії	2-й рік дії
Відповідно до протоколи						
Контроль (техногенно забруднений ґрунт) FeSO ₄ x7H ₂ O FeSO ₄ x7H ₂ O + азотні добрива	38,90	1,64	2,73	48,41	8,1	-
	37,94	1,01	3,12	49,79	9,71	-
	38,20	1,45	5,35	51,10	11,21	-
Відповідно до запропонованого способу						
Контроль (техногенно забруднений ґрунт) FeSO ₄ x7H ₂ O FeSO ₄ x7H ₂ O + біогумус	33,33	2,46	2,79	53,17	7,90	8,15
	34,42	5,26	4,53	55,63	10,44	11,05
	40,40	5,89	3,60	57,26	9,20	8,40

4. Вплив комбінування ремедіантів на показники біологічної активності забрудненого ґрунту

Варіанти комбінації детоксикантів	Інтенсивність емісії CO ₂ ґрунтом, мг/м ²		Целюлозолітична активність, %		Нітрифікаційна активність, NO ₃ ⁻ мг/100 г ґрунту	
	Lim	M	Lim	M	lim	M
Контроль (техногенно забруднений ВМ ґрунт)	129,32 - 138,40	133,86	15,50 - 20,50	18,00	3,15 - 6,14	4,64
FeSO ₄ x7H ₂ O 500 кг/га	135,99 - 152,10	144,05	14,90 - 25,77	20,33	3,29 - 7,10	5,19
FeSO ₄ x7H ₂ O 500 кг/га + біогумус 2 т/га	144,89 - 162,92	153,90	16,55 - 26,00	21,28	4,50 - 5,90	5,20
FeSO ₄ x7H ₂ O 1500 кг/га	135,58 - 149,99	142,78	21,10 - 52,00	36,55	3,42 - 6,01	4,71
FeSO ₄ x7H ₂ O 1500 кг/га + біогумус 2 т/га	159,64 - 180,78	170,21	26,60 - 62,10	46,00	3,41 - 7,85	5,63

Розроблений спосіб ремедіації ґрунту, техногенно забрудненого ВМ, доцільно використовувати в агроекології, екотоксикології ґрунтів, екологічній експертизі, за розробки комплексу заходів ремедіації ґрунтів забруднених територій і, як наслідок, для зниження інтенсивності процесів деградації ґрунтів за впливу хімічного забруднення, за створення умов для покращення екологічного стану ґрунту і запобігання зниження рівня продуктивності рослин, погіршення їх якості.

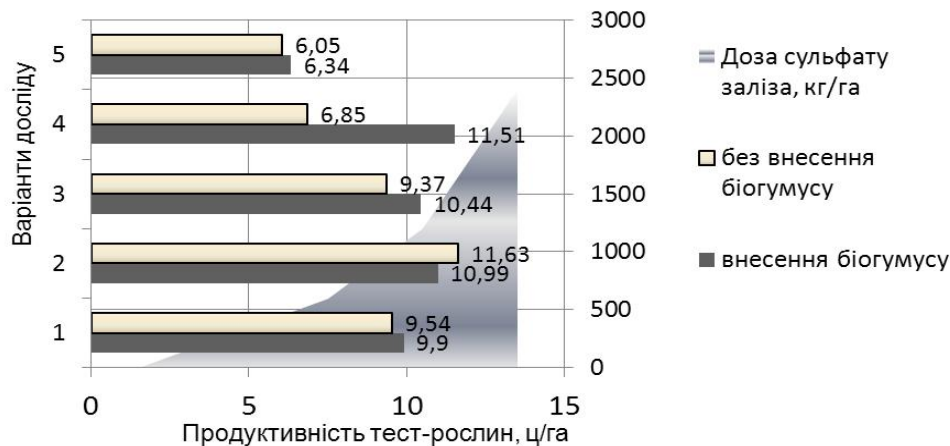


Рис. 1. Вплив сульфату заліза та біогумусу на продуктивність рослин *Hordeum*

Висновки. Відмітними рисами та перевагами запропонованого технічного рішення, порівняно з відомими способами та підходами, є такі:

активація самоочищення ґрунтів за різних рівнів їх забруднення переважно Cd, Pb, Cr, Zn, в районах інтенсивного впливу сталих джерел техногенних емісій за прискорення мікробіологічних та фізико-хімічних процесів ґрунтів за одночасного підвищення біоенергетичного потенціалу і буферної здатності ґрунтів;

зменшення ресурсовитратності виконання процедур ремедіації забруднених ґрунтів завдяки відновленню природних властивостей ґрунту, забезпечення пролонгованості дії детоксикантів за створення резерву поживних речовин ґрунту, підвищення стійкості рослин до забруднення за відновлення їх продуктивності;

об'єктивність оцінки ефективності ремедіації техногенно забруднених ґрунтів ВМ різних класів небезпеки та рівнів техногенного забруднення за використання коефіцієнтів захисних властивостей ґрунту і забруднення ґрунту рухомими формами ВМ.

Список використаної літератури

1. Самохвалова В.Л., Фатєєв А.І., Зуза С.Г., Зуза В.О. Спосіб ремедіації ґрунту техногенно забрудненого важкими металами // Агрохімія та ґрунтознавство. – 2013. – Вип.80. – С. 101-110.
2. Фатєєв А.І., Самохвалова В.Л. Детоксикація важких металів у ґрунтовій системі. Науково-методичне видання (методичні рекомендації). - Харків: КП «Міськдрук», 2012. – 70 с.
3. Пат. на корисну модель 20299 UA, Спосіб детоксикації важких металів у системі ґрунт – рослина / Фатєєв А.І., Самохвалова В.Л.; опубл. 15.01.2007, Бюл. №1.
4. Пат. на корисну модель 85002 UA, Спосіб ремедіації техногенно забрудненого важкими металами ґрунту / Самохвалова В.Л., Фатєєв А.І., Зуза С.Г., Зуза В.О.; опубл. 11.11.2013, Бюл. №21.
5. Пат. на корисну модель 85544 UA, Спосіб екологічної реабілітації ґрунту техногенно забрудненого переважно кадмієм, свинцем, цинком та хромом / Самохвалова В.Л., Фатєєв А.І., Зуза С.Г., Зуза В.О., Горякіна В.М.; опубл. 25.11.2013, Бюл. №22.

6. Пат. на корисну модель 77871 UA Спосіб зниження вмісту рухомих форм важких металів в техногенно забрудненому ґрунті / Крамарьов С.М., Лебідь Є.М., Деркачов Е.А. та ін.; опубл. 15.01.2007, Бюл. № 1.

7. Пат. на корисну модель 88016 UA Спосіб відновлення ґрунту після його очищення від важких металів / Ніковська Г.М., Ульберг З.Р., Калініченко К.В., Стріжак Н.П.; опубл. 10.09.2009, Бюл. № 17.

8. Пат. на корисну модель 38192 UA Спосіб детоксикації важких металів у техногенних ґрунтах / Байрак М.В., Зуза В.О.; опубл. 15.05.2001, Бюл. №4.

9. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. - М., 1982. - 57 с.

10. Довідник агронома по удобренню // За ред. П.А. Власюка, П.О. Дмитренка - Київ: Держсільгоспвидав, 1962. - 680 с.

11. Діагностика стану хімічних елементів системи ґрунт-рослина Методика / За ред. Фатєєва А.І., Самохвалової В.Л. - Харків: КП «Міська Друкарня», 2012. - 146 с.

Стаття надійшла до редколегії 15.01.2014

METHOD OF SOILS ENVIRONMENTAL REMEDIATION POLLUTED MAINLY BY CADMIUM, LEAD, ZINC AND CHROMIUM

V.L. Samokhvalova, A.I. Fateev, S.G. Zuza, V.O. Zuza, V.M. Gorjakina

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

A method of contaminated soils remediation from technogenic polyelemental pollution of Cd, Pb, Cr, Zn is substantiated, where in using of ferrous sulphate with addition of vermicompost as a soil activator self cleaning and soils improver prolonged effects, according to the level of soil contamination is provided by restoring its natural properties and an allowance nutrients in the soil, which helps to restore the productivity of plants and environmental rehabilitation of contaminated soil-plant system. The technical result of the designed method is the acceleration of microbiological processes, physical and chemical adsorption of heavy metals of different classes of hazards in the soil by complementary introducing additional soils structure improves combinations of organic and inorganic nature, which ensures effective remediation of polluted soils, expanding the range of heavy metals spectrum, that are unable to migrate into adjacent to the soil environment, protection and optimization, and restore of soil humus condition.

Key words: heavy metals (cadmium, lead, zinc and chromium), technogenic pollution of soils, the method of remediation.

УДК 630.26

АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНІ ПРИНЦИПИ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛЕЗАХИСНОГО ЛІСОРозВЕДЕННЯ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Г. Б. Гладун¹, Ю. Г. Гладун¹, Л.В. Єстеревська²

¹Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації імені Г.М. Висоцького

²ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського
(gladun@uriffm.org.ua)

Розглянуто принципи формування полезахисних лісових насаджень з урахуванням сучасних вимог, їх оптимізовану структуру та кількісні показники за ґрунтово-кліматичними підзонами, розраховані у відповідності до особливостей природних умов регіону.

Ключові слова: лісові смуги, полезахисна лісистість, агроландшафти.

Вступ. Одеська область є найбільшою за площею областю України. Вона охоплює територію Північно-Західного Причорномор'я і за фізико-географічним районуванням розміщена у Північному (байрачному) Степу, Посушливому Степу і Лісостепу. Це визначає її високий агровиробничий потенціал і значне біологічне та ландшафтне різноманіття. Однак, географічне положення області обумовлює

також і негативні риси природи краю, зокрема, його недостатню зволоженість та вкрай малу лісистість. У ґрунтовому покриві переважають чорноземи: на півночі – реградовані та типові, у центральній частині – звичайні, на півдні – південні; і лише на південному сході залягають темно-каштанові солонцюваті ґрунти. Внаслідок необґрунтовано високої сільськогосподарської освоєності території та інтенсивного розорювання схилових земель в області інтенсифікується ерозія ґрунтів та дефляція, що поширена на майже половині оброблюваних угідь.

Протягом 2009-2011 рр. в області створено 9367 га лісів, з них лісорозведення на землях, не придатних для сільського господарства становить 7240 га. Створення полезахисних лісових смуг та інших захисних насаджень залишене в області поза належною увагою.

На важливість агролісомеліоративних заходів для захисту агроландшафтів від негативних явищ природного та антропогенного походження вказує включення до Програми економічних реформ на 2010-2014 роки «Заможне суспільство, конкурентоспроможна економіка, ефективна держава» розроблення «Концепції розвитку агролісомеліорації в Україні» на період до 2025 р., затверджену розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18. 09. 2013 р. № 725-р. [1] Зокрема підкреслено, що збереження і охорона орних земель належать до пріоритетів держави і є важливою умовою забезпечення збалансованого розвитку агроландшафтів, підвищення урожайності сільськогосподарських культур.

Мета роботи. На основі чинної диференціації території Одеської області за фізико-географічними зонами та підзонами розрахувати оптимальну кількість полезахисних лісових смуг з урахуванням типів ґрунтів і відповідних нормативів щодо оптимізації полезахисної лісистості території для адміністративних районів області.

Стан вивчення проблеми. Питанням оптимізації захисту аграрних угідь у регіоні від ерозійних та дефляційних процесів, посух і суховіїв присвячено наукові публікації Г.І. Швєбса, О.О. Світличного, С.Г. Чорного, І.К. Срібного, Г.О. Можейка, О.В. Письменного та ін. Проте зазначені дослідження вчених були спрямовані на екологічну оптимізацію сільськогосподарського виробництва і лежать поза площиною обґрунтування захисного лісорозведення Одеської області в сучасних умовах.

Об'єкти і методи досліджень. Об'єктом досліджень є процес формування науково обґрунтованої полезахисної лісистості агроландшафтів на основі адаптивно-ландшафтних методів. Необхідні обсяги створення полезахисних лісових смуг для природних зон Лісостепу і Степу (північного (байрачного) та посушливого) розраховані як результат різниці між потенційною мінімальною необхідною площею полезахисних насаджень в адміністративному районі області та їхньою реальною площею [2]. При цьому розраховано площі полезахисних лісових смуг для переважаючих типів ґрунтів у межах природних зон та здійснено їх перерахунок за адміністративним устроєм Одеської області, що важливо для впровадження результатів. В основу проведених розрахунків покладено нормативи щодо оптимізації застосування захисних лісових насаджень в агроландшафтах на адаптивно-ландшафтній основі [3, 4, 5, 6].

Результати досліджень. Вихідними даними для розрахунків є структура земельного фонду Одеської області. Сільськогосподарські угіддя займають площу 2592,4 тис. га (77,8 %), з них рілля – 2074,4 тис. га (62,2 %); ліси та інші вкриті

лісом площі – 223,9 тис. га (6,7 %); деградовані і малопродуктивні землі: яри – 13,3 тис. га; піски – 4,21; пустирі та галявини – 16,4 тис. га [2].

Область належить до лісодефіцитних територій, загальна лісистість є нижчою від оптимальної. Для створення оптимальної лісистості, яка становить 9 %, необхідно створити лісів на площі близько 104 тис. га. Тому першочерговим завданням є збільшення площі лісів, яке дозволить відтворювати та зберігати біологічне та ландшафтне різноманіття в області, стабілізувати екологічну рівновагу в ландшафтах.

Особливо це важливо для степової частини області, розташованої південніше від лінії підвищеного тиску повітря, так званої «вісі Воєйкова», що впливає на характер циркуляції повітряних мас. Адже велику роль у формуванні степового клімату мають північно-східні й східні континентальні вітри, а також середземноморські субтропічні повітряні маси. Для нівелювання їх можливого шкодочинного впливу створюють системи полезахисних лісових смуг.

У північній частині Одеської області, що є складовою Правобережного Лісостепу, також проблемним є богарне землеробство. І хоча найбільш екологічно стійкими в області є землі районів зони Лісостепу, все ж перевищення припустимої розораності тут становить 13,3 %, а територія освоєна на 78,9 %. Ліси та інші вкриті лісом площі займають 35,8 тис. га (12,5 %). Необхідною є трансформація структури земельного фонду у зоні Лісостепу за рахунок виведення з ріллі малопродуктивних та деградованих земель площею 54,4 тис. га [6].

У Лісостеповій частині області (станом на 01.01.2010 р.) зосереджено 12,3 тис. га полезахисних лісових смуг, а загальна площа їх в області – 49,8 тис. га. Розрахунок прогнозованої потреби захисних лісових смуг для лісостепової частини Одеської області, яка характеризується чи не найкращим станом полезахисного лісорозведення у Лісостеповій зоні, наведено у табл. 1. Норматив для розрахунку, використаний із чинних рекомендацій [5], передбачає полезахисну лісистість 2,7 % від площі ріллі.

Виходячи з нормативу розрахували площу лісових смуг, які необхідно створити для завершення формування захисних систем на ріллі в кожному адміністративному районі, що належать до лісостепової частини області. Передбачається додатково створити 3695,6 га полезахисних лісових смуг, крім Котовського та Фрунзівського районів, де такої потреби немає.

1. Розрахунок мінімально необхідної площі полезахисних лісових смуг в районах Одеської області, що належать до зони Лісостепу

Район	Площа категорії угідь, тис. га					
	рілля	полезахисні лісові смуги			інші захисні лісові насадження	існуючі вкриті лісом ділянки
		існуючі	необхідні	слід додатково створити		
Ананьївський	64,8	0,87	1,75	0,87	-	14,55
Балтський	70,9	1,10	1,92	0,81	0,25	22,34
Кодимський	42,0	0,56	1,13	0,57	0,49	15,17
Котовський	59,6	2,36	1,61	-	0,73	12,52
Красноокнянський	61,8	1,53	1,67	0,14	2,69	6,29
Любашівський	72,9	0,94	1,97	1,03	0,07	5,74
Савранський	37,0	0,73	1,00	0,27	0,08	12,05
Фрунзівський	56,8	4,21	1,53	-	4,98	9,92
Всього	465,8	12,3	12,58	3,69	9,29	98,58

Для захисту агроландшафтів у складі лісомеліоративного комплексу Лісостепу передбачені інші категорії захисних лісових насаджень, зокрема насадження на яружних та кам'янистих землях – 3,6 та 1,6 тис. га відповідно, а еродовані пасовища підлягають залісенню на площі близько 30,6 тис. га. Доцільно також створити захисні смуги у садах 0,8 тис. га, на виноградниках – 1,1 тис. га та захисні лісові насадження лінійних форм на сіножаті на площі 1,72 тис. га. Також необхідні захисні насадження для захисту об'єктів інфраструктури, зокрема автомобільних доріг та заходи щодо обмеження негативного впливу шкідливих викидів на прилеглі до смуги відведення ділянки. Площа таких насаджень має становити 5,3 тис. га [8].

Перелічені види захисних насаджень та система розсіяних лісових масивів за сукупним синергетичним впливом також створюватимуть необхідні передумови для екологічної стабілізації агроландшафтів.

В інших частинах області стан полезахисного лісорозведення також потребує оптимізації за сучасними нормативами. Для західних і центральних районів Одеської області, що належать до Північного (байрачного) Степу, визначено структуру угідь агроландшафтів і на цій основі розраховано необхідну площу полезахисних лісових смуг (табл. 2). Норматив для розрахунку використано із чинних рекомендацій, він передбачає полезахисну лісистість 3,7 % від площі ріллі в адміністративному районі [5].

2. Розрахунок мінімально необхідної площі полезахисних лісових смуг в районах Одеської області, що належать до підзони Північного (байрачного) Степу

Район	Площа категорії угідь, тис. га					
	рілля	полезахисні лісові смуги			інші захисні лісові насадження	існуючі вкриті лісом ділянки
		існуючі	необхідні	слід додатково створити		
Арцизький	99,92	4,12	3,70	–	0,45	5,69
Березівський	114,37	1,79	4,23	2,45	0,52	6,20
Болградський	90,63	2,35	3,35	1,01	0,50	6,07
Великомихайлівський	94,23	1,45	3,49	2,04	1,58	8,50
Іванівський	78,65	1,59	2,91	1,32	2,13	5,55
Роздільнянський	91,00	3,62	3,37	–	2,40	6,06
Саратський	106,99	2,37	3,96	1,59	0,44	5,48
Тарутинський	108,05	3,58	3,99	0,41	6,49	10,30
Татарбунарський	103,61	2,06	3,83	1,78	0,03	3,41
Ширяївський	98,19	1,23	3,63	2,40	0,10	6,41
Всього	985,64	24,16	36,46	13,00	14,64	63,67

Додаткова кількість полезахисних смуг, які необхідно створити тут сягає 13,0 тис. га. Характерною особливістю є те, що у Арцизькому та Роздільнянському районах площі полезахисних смуг відповідають сучасному нормативу мінімально необхідної лісистості відносно площі ріллі, і тому створення насаджень тут не заплановано. Загальна ж площа полезахисних лісових смуг у цьому регіоні має становити 36,5 тис. га.

Для повного захисту агроландшафтів Північного (байрачного) Степу розраховано потрібні площі інших категорій захисних лісових насаджень, зокрема, на яружних та кам'янистих землях – 3,6 та 1,6 тис. га відповідно, на еродованих пасовищах – 33,6 тис. га, у садах – 1,0 тис. га, на виноградниках – 3,4 тис. га, на

сіножаті – 0,89 тис. га, для захисту автомобільних доріг – 6,4 тис. га [8].

До Посушливого Степу в області належить найпівденніша частина Причорноморської низовини, яка характеризується поширенням сухостепового підтипу ландшафтів із темно-каштановими і каштановими ґрунтами, що розвинулися під полиново-злаковими степами. Ліси та інші вкриті лісом площі займають 35,8 тис. га (3,5 %).

Сільськогосподарські землі південних адміністративних областей зазвичай розподіляються на природні підзони, що вимагає урахування цього при проектуванні лісомеліоративних заходів. Водночас, необхідно зберегти адміністративний принцип розподілу захисних лісових насаджень для практичної реалізації лісомеліоративних заходів у сучасних агроландшафтах.

Для ефективного керування екологічним станом агроландшафтів і заради безпечного землекористування, особливо у посушливих районах, необхідно створити мінімально необхідну кількість лісомеліоративних насаджень. Основною продукуючою територією в агроландшафтах є орні землі, які потребують першочергових заходів захисту засобами лісових меліорацій. Норматив для розрахунку площ лісових смуг використано із чинних рекомендацій; згідно з ним полезахисна лісистість має становити 4,8 % від площі ріллі [5]. Розрахунки показують (табл. 3), що за сучасної структури земельних угідь площа полезахисних насаджень повинна становити: 29,52 тис. га полезахисних лісових смуг та 6,02 тис. га стокорегулювальних [8].

3. Розрахунок мінімально необхідної площі полезахисних лісових смуг в районах Одеської області, що належать до підзони Посушливого Степу

Район	Площа категорії угідь, тис. га					
	рілля	полезахисні лісові смуги			інші захисні лісові насадження	існуючі вкриті лісом ділянки
		існуючі	необхідні	слід додатково створити		
Білгород-Дністровський	118,4	2,77	5,69	2,91	0,34	4,29
Біляївський	91,1	1,95	4,37	2,42	1,12	7,51
Ізмаїльський	79,7	1,69	3,82	2,13	0,62	4,83
Кілійський	67,0	0,88	3,21	2,33	1,56	2,45
Комінтернівський	98,6	2,43	4,73	2,30	1,40	4,76
Миколаївський	79,4	1,71	3,81	2,09	0,09	8,11
Овідіопольський	47,2	1,30	2,27	0,97	0,73	2,03
Ренійський	33,8	0,60	1,62	1,02	0,16	1,81
Всього	615,2	13,33	29,52	16,17	6,02	35,79

Для повного захисту агроландшафтів у Посушливому Степу встановлено площі інших категорій захисних лісових насаджень, зокрема, на яружних та кам'янистих землях – 3,2 та 0,6 тис. га відповідно, на пасовищах – 8,8 тис. га, у садах – 1,3 тис. га, на виноградниках – 1,9 тис. га, на сіножаті – 0,21 тис. га, у смугах відведення автомобільних доріг – 4,4 тис. га [8].

Утворюваний захисними лісовими насадженнями екологічний каркас в різних природних умовах створює квазіприродні системи, об'єднані за єдиним функціональним принципом. Створення завершених систем полезахисних лісових насаджень, інших категорій захисних лісових насаджень, а також штучних лісів на деградованих та малопродуктивних землях приведе до появи лісових

антропогенних ландшафтів – агролісоландшафтів, що характеризуються підвищеним рівнем сільськогосподарської продуктивності, збереженням і збільшенням біологічного різноманіття, а, відтак, вони набувають ознак саморегуляції та самовідновлення, властивих природним ландшафтам [9, 10].

У разі створення розрахункової кількості захисних лісових насаджень в області збільшиться ефективність лісомеліоративного захисту агроландшафтів, а їхня прогнозна лісистість сягне 10,5 %. Внаслідок цього загальна лісистість Одеської області може збільшитися до 14,0 %, що позитивно вплине не тільки на сільськогосподарські угіддя, а й на об'єкти інфраструктури у цілому [8].

Висновки. Завдяки використанню локальних нормативних параметрів поєднання дії лісових смуг для захисту ріллі від негативних природних явищ виявлено, що на території Одеської області необхідно додатково створити поєднані лісові смуги площею: у Лісостепу – 3,69 тис. га; у Північному (байрачному) Степу – 13,0 та у Посушливому Степу – 16,17 тис. га.

Створення системи поєднаних лісових смуг на основі науково обґрунтованих нормативів забезпечить умови для тривалої підтримки позитивного екологічного балансу агроландшафтів області і є важливою передумовою здобування стабільних урожаїв.

Список використаної літератури

1. Про схвалення Концепції розвитку агролісомеліорації в Україні / Розпорядження КМУ від 18 вересня 2013 р. № 725-р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nau.kiev.ua/druk.php?name=443969-18092013-0.htm>
2. Державний земельний кадастр Одеської області станом на 01.01.2011р. // Одеське обласне управління земельних ресурсів. – Одеса, 2011.
3. Рекомендації щодо принципів застосування лісових меліорацій на ландшафтно-екологічній основі / Г.Б. Гладун, М.Н. Агапонов, В.Г. Келеберда та ін. – Харків, 2009. – 34 с.
4. Рекомендації щодо використання площ лісомеліоративного фонду та проведення комплексу заходів, спрямованих на підвищення еколого-меліоративної ефективності агролісомеліоративних насаджень / Г.Б. Гладун, В.Ю. Юхновський, Ю.В. Плугатар та ін. – Харків, 2009. – 76 с.
5. Рекомендації щодо покращання стану та підвищення меліоративної ефективності захисних лісових насаджень різного цільового призначення / Г.Б. Гладун, М.Н. Агапонов, А.Г. Андрієнко та ін. – Харків, 2010. – 120 с.
6. Гладун Г.Б. Оптимізація насаджень лісомеліоративного комплексу на адаптивно-ландшафтній основі / Г.Б. Гладун, Ю.Г. Гладун, В.Ю. Юхновський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія „Лісівництво та декоративне садівництво”. – К., 2013. – Вип. 187. ч. 2. – С. 104–111.
7. Кульчицька Л.А. Географічні закономірності екологічної стійкості агроландшафтів Одеської області / Л.А. Кульчицька // Аграрний вісник Причорномор'я. Сільськогосподарські науки 2009. – Вип. 51. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/Chem_Biol/AVPCh/Sg_T_E_n/2009_51/121.
8. Гладун Г.Б. Удосконалення організаційно-структурних параметрів поєднаного лісорозведення / Г.Б. Гладун // Посібник українського хлібороба // Науково-практичний щорічник. – К., 2013. – Т.1. – С. 175–179.
9. Гладун Г.Б. Сучасні лісові меліорації: теорія, методологія, стан, перспективи / Г.Б. Гладун // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків: САМ, 2004. – Вип. 105. – С. 140–146.
10. Гладун Г.Б. Визначення потенційної мінімально необхідної захисної лісистості агроландшафтів рівнинної частини України / Г.Б. Гладун // Наукові праці ЛНАУ. – Вип. 9. – Львів: РВВ НЛТУУ, 2011. – С. 36–41.

Стаття надійшла до редколегії 28.10.2013

ADAPTIVE-LANDSCAPE PRINCIPLES OF APPLICATION OF FIELD-PROTECTIVE AFFORESTATION IN ODESA REGION

G.B. Gladun¹, Y.G. Gladun¹, L.V. Yeterevs'ka²

¹Ukrainian Research Institute of Forestry & Forest Melioration named after G. M. Vysotsky

²NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky»
(gladun@uriffm.org.ua)

There principles of forming of forest shelterbelts are considered taking into account modern requirements, their optimized structure and quantitative indexes on soil-climatic sub-zone, expected in accordance with the features of natural terms of region.

Key words: *shelterbelts, field-protective percentage of forest land, agro-landscapes.*

ФОНОВИЙ ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ТА ЙОГО ЕКОЛОГІЧНА ІНФОРМАТИВНІСТЬ У ҐРУНТАХ ЛАНДШАФТІВ ЗОНИ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

Т.М. Єгорова

Інститут агроекології і природокористування НААН,
Україна, м. Київ, вул. Метрологічна, 12, 03143
(egorova_geochem@rambler.ru)

Розглянуто різні підходи до визначення фоновому вмісту хімічних елементів. Викладено актуальність фонових значень вмісту важких металів у ґрунтах для вирішення агроекологічних завдань. Представлено результати статистичного аналізу розподілу вмісту Ba, Pb, Cr, Mn, Ni, Mo, V, Cu, Zn, Sr, Co у ґрунтах зональних ландшафтів Українського Полісся. Викладено визначальні фактори природного розсіювання і концентрації хімічних елементів у дерново-підзолистих і дерново-підзолистих глейових ґрунтах. Із застосуванням кларків і коефіцієнтів концентрації, показано відповідність між особливостями природних процесів міграції та визначеними фоновими значеннями важких металів у ґрунтах геохімічних ландшафтів кислого і кислого глейового класів. Запропоновано застосовувати фоновий вміст важких металів у ґрунтах зональних ландшафтів України у регіональній системі агроекологічного нормування і вибору територій для вирощування сільськогосподарської продукції.

Ключові слова: *важкі метали, ґрунти, фонові значення, Полісся, агроекологічне нормування.*

Вступ. Необхідність застосування фоновому вмісту важких металів у ґрунтах України як показника стану навколишнього природного середовища широко висвітлюється у нормативних документах і наукових дослідженнях [1-5]. До важких металів найчастіше включають хімічні елементи із масою понад 50 атомних одиниць і щільністю 8 г/см³ – Zn, Co, Cu, Mo, Mn, Pb, Cr, Ni, V, Sr, Ba, а також As, Cd, Hg.

Фоновий вміст важких металів є кількісною основою оцінки забруднення ґрунту і наступної його ремедіації, визначення асоціацій хімічних елементів техногенного забруднення, розрахунків коефіцієнтів концентрації і сумарного показника забруднення для визначення ступеня техногенного забруднення земель, а також надання землям статусу техногенно забруднених [3]. Система показників еталонів родючості ґрунтів включає аналіз природного фону валових форм важких металів і його порівняння із кларками і гранично допустимими концентраціями [2]. Обстеження полів, призначених для вирощування екологічно чистого врожаю, у процесі ґрунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь включає оцінку рівня забруднення ґрунтів важкими металами відносно фону або кларку [1].

Просторова диференціація фонового вмісту важких металів для ґрунтів різних ландшафтів має вагоме значення для безпосереднього регулювання і управління ландшафтами, що проголошено Європейською ландшафтною конвенцією [5].

Незважаючи на важливість фонових оцінок вмісту важких металів, у практиці агроекологічних досліджень України їх не застосовують, а підміняють адміністративно встановленими гранично допустимими концентраціями або іншими локальними цифрами, які статистично не обґрунтовані. Розраховані автором фонові оцінки вмісту важких металів у ґрунтах зональних геохімічних ландшафтів України, а також їх порівняльний аналіз, висвітлюють необхідність їх застосування для інформативного екологічного аналізу стану агроландшафтів, оцінки процесів техногенного забруднення і самоочищення ґрунтів, вибору території для вирощування екологічно чистого врожаю.

Огляд публікацій за темою. Дослідження фонового вмісту важких металів у ґрунтах мають три визначальних взаємопов'язаних аспекти – розуміння поняття «фоновий вміст», інформативність вихідних аналітичних даних і принципи статистичних розрахунків. До вирішення кожного із цих питань немає уніфікованого підходу.

Поняття «фоновий вміст» у ґрунтах та інших компонентах довкілля, набуло теоретичного обґрунтування у фундаментальних працях з геохімії ландшафтів М.А. Глазовської, О.І. Перельмана, Н.С. Касімова як розподіл хімічних елементів у компонентах ландшафтів, який відображає напрям процесів їхньої міграції [6]. Екологічну значущість геохімічного фону для сучасних ландшафтів широко висвітлено в роботах І.О. Морозової, Н.О. Москаленко, Н.Г. Гуляєвої [7]. Спільним підходом до розуміння поняття фонового вмісту є природна ландшафтна однорідність території за умовами геохімічної міграції за відсутності, або незначного техногенного впливу.

Для визначення фонового вмісту важких металів у ґрунтах та інших компонентах довкілля існує три основних підходи: обстеження пробних ділянок за межами зон техногенного забруднення, дослідження заповідних і рекреаційних територій, регіональний ландшафтно-геохімічний аналіз [2, 4, 8]. Два перших підходи фактично ігнорують природну ландшафтну складову фонових оцінок, що обмежує можливість їх використання суто локальним рівнем; крім цього, вимога щодо не перевищення 20 % різниці у вмісті гумусу на пробній ділянці і території обстеження унеможливорює їх застосування навіть у межах однієї ґрунтової відміни, враховуючи що його коливання сягають 45-85 %. Оцінки фонового вмісту важких металів на основі регіонального ландшафтно-геохімічного аналізу розроблялись як автором впродовж останніх 10 років, також і, у межах Міжнародного проекту GEMAS [8, 9].

Принципи статистичного аналізу розподілу хімічних елементів у компонентах довкілля було викладено О.О. Беусом, А.О. Головіним, І.О. Морозовою та інш. [7, 9, 10]. Формування статистичних вибірок на ландшафтно-геохімічних принципах значною мірою обумовлює природно-техногенну однорідність об'єктів дослідження [9-11]. За фоновий вміст хімічних елементів допускається приймати як середньостатистичні значення, так і медіану або моду статистичних вибірок розподілу вмісту хімічних елементів у ґрунтах, водах, гірських породах [2, 7, 8].

Екологічному і санітарно-гігієнічному нормуванню вмісту важких металів у ґрунтах України присвячені роботи В.В. Медведєва [12], Т.М. Єгорової [9] та інш. Більшість фахівців визнають недостатню інформативність ГДК важких металів як регіональної норми для вирощування екологічно безпечної сільгосппродукції, обґрунтовують складність вирішення проблеми екологічного нормування стану ґрунтів, пов'язуючи його із різноманіттям природних і техногенних факторів формування ґрунтового шару. Між тим, до останнього часу вивченню складних питань диференціації природних і техногенних процесів у агроландшафтах України не приділяється достатньої уваги. Як наслідок, фоновий вміст важких металів у різних природних типах ґрунтів в умовах їх сільськогосподарського використання не має місця в практиці агроекологічного аналізу.

Метою представлених досліджень була оцінка фонового вмісту важких металів у ґрунтах зональних агроландшафтів України із урахуванням їх природної основи і функціонального використання сільськогосподарських земель.

Об'єкти і методи досліджень. Представлені дослідження базуються на матеріалах регіонального вивчення валового вмісту хімічних елементів у ґрунтовому покриві України, проведеного у 1989-1992 рр. ДГП «Північгеологія», у якому автор брала участь [13]. Зазначимо, що валовий вміст мікроелементів у ґрунтах України не зазнає суттєвих змін, про що свідчить порівняння їх вмісту у типових розрізах, що досліджувались у 70-х роках [15] і 90-х роках [16] минулого сторіччя. Аналітичні результати спектрального аналізу (за методом повного випаровування) щодо вмісту важких металів у 2760 пробах ґрунтів увійшли до створеної автором бази даних «Екологія – 2000», яка має 27 параметричних і 10 непараметричних атрибутів із ідентифікацією природно-техногенних умов формування ґрунтів у точках спостереження [8, 9].

Для оцінки фонового вмісту важких металів у ґрунтах Українського Полісся вибрано локальні геохімічні ландшафти, де відсутній або найменший техногенний тиск із рівнем антропогенних змін фізико-хімічної якості ґрунтів менше 30 % (рекреаційні території, лісові площі, пасовища і сіножаті, орні землі однорічних культур), однорідного ґрунтового покриття за класом геохімічної міграції, рослинних угруповань, рельєфу і спільного складу ґрунтотворних порід. На території Українського Полісся таких локальних геохімічних ландшафтів (ЛГЛ) охарактеризовано дев'ять.

Для аналізу еколого-геохімічних процесів у ландшафтах Полісся було застосовано кларки (КК) і коефіцієнти (Кк) концентрації, а також результати попередніх еколого-геохімічних досліджень автора [11, 12]. Зазначені коефіцієнти є загальноприйнятими кількісними параметрами для аналізу як співвідношення із певними екологічними нормами (наприклад, ГДК), так і напряду процесів міграції хімічних елементів – концентрації (за $KK \text{ і } Kk > 1,0$) і розсіювання (за $KK \text{ і } Kk < 1,0$) [4, 6, 8, 10].

Аналіз результатів досліджень. Статистичний аналіз даних щодо поширення важких металів у зазначених ландшафтах включав формування варіаційних вибірок нормального або логнормального закону, визначення середньостатистичних значень ($\bar{X}$) як фонових рівнів для ґрунтів ландшафту, розрахунки довірчих інтервалів коливань фонових значень (t), коефіцієнтів варіації (V) та інших статистичних параметрів для 95 % рівня імовірності (таблиці 1, 2).

1. Статистичні оцінки фоновому вмісту важких металів у ґрунтах ландшафтів кислого (H^+) та кислого кальцієвого (H^+ - Ca^{2+}) класів міграції зони Українського Полісся

Агроґрунтові провінції	Статистичні оцінки вмісту важких металів у ґрунтах ландшафтів: X , мг/кг (верхня цифра); t , мг/кг (середня цифра); V , % (нижня цифра)										
	Ba	Pb	Cr	Mn	Ni	Mo	V	Cu	Zn	Sr	Co
<i>ЛГЛ 1 (n=41). Дерново-підзолисті ґрунти; мішані широколистяно-соснові ліси; піски з прошарками супісків і суглинків на водно-льодовикових та льодовикових відкладах; плоско-хвилясті моренно-зандрові рівнини (H^+)</i>											
Полісся Правобережне	142,2	8,7	14,1	393,0	4,3	0,7	9,3	29,9	30,8	59,0	1,7
	31,7	1,2	3,8	117,1	0,6	0,1	3,2	10,6	4,7	6,1	0,4
	63,0	36,3	68,2	58,6	37,7	43,0	84,2	48,4	38,5	29,9	64,8
<i>ЛГЛ 2 (n=27). Дерново-підзолисті ґрунти; верболози з різномішаними злаковими луками, осикою, очеретом, вільхою, гіпнумом; осушені біогенні та озерно-біогенні торф'яні утворення; плоскі слабохвилясті заплави рівнинних річок (H^+)</i>											
Полісся Правобережне	128,5	11,2	15,7	413,3	4,7	0,7	10,0	47,1	49,4	58,9	2,2
	44,5	3,6	7,5	115,5	1,5	0,1	2,3	30,2	23,5	6,8	0,6
	76,6	69,3	86,9	74,1	72,3	43,0	45,4	58,1	47,2	27,8	71,3
<i>ЛГЛ 3 (n=15). Дерново-підзолисті ґрунти; орні землі на місці хвойних та широколистяних лісів; леси та лесові суглинки; плоска слабонахилена алювіальна рівнина першої та другої надзаплавних річкових та озерних терас (H^+)</i>											
Полісся Лівобережне високе	190,0	20,5	29,5	576,2	9,1	0,5	17,8	35,5	65,1	1,9	3,8
	53,9	6,8	7,4	228,1	2,7	0,1	3,7	12,2	14,6	29,8	1,1
	50,7	66,0	49,5	66,1	52,4	29,5	34,6	45,4	44,4	66,5	56,6
<i>ЛГЛ 4 (n=19). Лучні та чорноземно-лучні ґрунти; верболози з різномішаними злаковими луками; піщані алювіальні відклади; плоскі слабохвилясті заплави рівнинних річок (H^+ - Ca^{2+})</i>											
Полісся Лівобережне високе	181,2	13,5	29,6	444,2	13,1	1,0	26,1	28,8	60,0	104,9	4,9
	65,3	3,8	12,0	119,0	5,7	0,2	7,5	8,6	20,0	31,0	1,2
	66,0	62,4	90,5	59,6	97,5	55,7	63,9	45,8	74,3	65,7	52,5

2. Статистичні оцінки фоновому вмісту важких металів у ґрунтах ландшафтів кислого глейового класу міграції зони Українського Полісся

Агроґрунтові провінції	Статистичні оцінки вмісту важких металів у ґрунтах ландшафтів: X , мг/кг (верхня цифра); t , мг/кг (середня цифра); V , % (нижня цифра)										
	Ba	Pb	Cr	Mn	Ni	Mo	V	Cu	Zn	Sr	Co
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>ЛГЛ 5 (n=18). Дерново-підзолисті глейові ґрунти; мішані широколистяно-соснові і соснові ліси, післялісові луки, часто орні; біогенні та озерно-біогенні торф'яні утворення, піски алювіальні; плоско хвилясті моренно-зандрові рівнини</i>											
Полісся Західне	120,0	14,3	21,5	482,2	5,2	0,9	14,8	30,4	40,9	64,3	2,2
	28,1	15,4	7,7	162,0	2,7	0,2	3,8	11,9	27,1	19,7	0,6
	45,8	14,2	77,6	72,7	85,2	34,6	55,0	48,5	37,4	58,0	43,8

Продовження таблиці 2

<i>ЛГЛ 6 (n=19). Дерново-підзолисті глейові ґрунти; орні землі на місці хвойних та широколистяних лісів; флювіогляціальні, льодовикові та давньольодовикові відклади; плоско-хвилясті моренно-зандрові рівнини</i>											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Полісся Правобережне	227,9	18,5	38,1	643,2	14,2	1,1	33,6	25,0	52,4	76,9	6,0
	57,4	15,8	12,3	174,1	5,5	0,2	12,5	6,1	13,9	12,6	2,5
	56,0	19,0	71,7	60,2	86,4	40,0	82,8	40,0	45,6	36,5	91,3
<i>ЛГЛ 7 (n=13). Болотні та торф'яні ґрунти; орні землі на місці хвойних та широколистяних лісів; піски з прошарками супісків та суглинків на флювіогляціальних, льодовикових та давньольодовикових відкладах; не дреновані котловинно-улоговинні ділянки заплави, річкових терас та зандрової рівнини</i>											
Полісся Західне	293,1	29,7	38,4	538,7	19,0	1,0	39,5	42,3	98,2	99,6	6,7
	92,0	18,0	25,8	144,1	6,8	0,2	14,3	19,8	35,6	39,5	2,4
	57,8	48,8	70,8	49,2	65,9	38,9	66,4	52,3	66,7	47,0	65,0
<i>ЛГЛ 8 (n=41). Болотні та торф'яні ґрунти; орні землі на місці осушених трав'яних боліт і заболочених луків; піски з прошарками супісків та суглинків на флювіогляціальних, льодовикових та давньольодовикових відкладах; плоскі слабохвилясті заплави рівнинних річок</i>											
Полісся Західне	226,8	14,4	36,1	399,3	11,1	0,7	24,7	35,4	57,1	82,6	4,1
	39,1	3,2	8,4	97,1	2,6	0,1	6,2	10,3	39,1	3,2	8,4
	56,3	39,2	75,8	63,0	77,5	37,3	82,0	43,4	56,3	39,2	75,8
<i>ЛГЛ 9 (n=18). Дернові глейові ґрунти; орні землі на місці хвойних та широколистяних лісів; піски з прошарками супісків та суглинків на флювіогляціальних, льодовикових та давньольодовикових відкладах; плоско-хвилясті моренно-зандрові рівнини</i>											
Полісся Лівобережне високе	143,4	16,1	25,0	886,7	5,9	0,7	11,6	26,8	51,8	84,7	3,4
	51,5	9,6	8,7	216,5	1,7	0,2	6,1	13,5	22,2	36,2	1,3
	66,7	92,5	74,9	52,8	46,1	61,2	67,0	49,7	47,9	75,3	81,0

Отримані цифри свідчать про певні коливання фонового вмісту важких металів як у дерново-підзолистих, так і дерново-підзолистих глейових ґрунтах ландшафтів Українського Полісся. Екологічну інформативність отриманих значень фонового вмісту важких металів оцінено за еколого-геохімічними коефіцієнтами, які дозволяють висвітлити особливості ландшафтних процесів міграції важких металів – кларками концентрації (КК) і коефіцієнтами концентрації (Кк). Враховуючи динамічний характер розподілу і балансу хімічних елементів у геохімічних ландшафтах, процеси геохімічної міграції та відповідність екологічним нормам ранжовано за трьома категоріями: рівноважний стан та відповідність екологічним нормам фонового вмісту важких металів за умови значень КК і Кк від 0,5 до 1,5; інтенсивне розсіювання – за умови КК і Кк менше 0,5; інтенсивна концентрація – за умови КК і Кк більше 1,5. Кларки концентрації розраховано відносно світових кларків ґрунтів за Н. Bowen (1979) та кларків ґрунтів Європи [14]; коефіцієнти концентрації – до гранично допустимих концентрацій [1] та статистичних оцінок регіонального фону для орних земель України [8], що були здобуті шляхом напівкількісного спектрального і рентген-флуоресцентного аналізів у рамках міжнародного проекту з геохімічного картування сільськогосподарських земель Європи 2009-2011 рр. (табл. 3, 4).

3. Кларки концентрації фонового вмісту важких металів у ґрунтах ландшафтів Українського Полісся (відносно кларків ґрунтів)

Класи геохімічних ландшафтів	Кларки концентрації фонового вмісту важких металів у ґрунтах ландшафтів відносно кларків ґрунтів Світу (над ризикою) і Європи (під ризикою)										
	Ba	Pb	Cr	Mn	Ni	Mo	V	Cu	Zn	Sr	Co
Кислий і кислий кальцієвий (H^+ , H^+ - Ca^{2+})	0,3-0,4 0,3-0,5	0,7-1,7 0,4-1,0	0,2-0,4 0,2-0,5	0,4-0,6 0,7-1,0	0,1-0,3 0,2-0,7	0,4-0,8 0,5-1,0	0,1-0,3 0,1-0,4	0,1-1,6 2,1-3,5	0,3-0,7 0,5-1,0	0,01-0,4 0,02-1,1	0,2-0,6 0,2-0,6
Кислий глейовий (H^+ - Fe^{2+})	0,2-0,6 0,3-0,8	1,2-2,5 0,7-1,4	0,3-0,5 0,3-0,6	0,4-0,9 0,7-1,5	0,1-0,4 0,3-0,9	0,5-0,9 0,7-1,1	0,1-0,4 0,2-0,6	0,8-1,4 1,8-3,1	0,5-1,1 0,7-1,6	0,3-0,4 0,7-1,0	0,3-0,8 0,3-0,9
Кларк ґрунтів Світу, мг/кг [14]	500	12	70	1000	50	1,2	90	30	90	250	8
Кларк ґрунтів Європи, мг/кг [8]	375	21,5	63,5	597	20	1	70	13,5	62	97	7,6

4. Коефіцієнти концентрації фонового вмісту важких металів у ґрунтах ландшафтів Українського Полісся (відносно ГДК і регіональних оцінок)

Класи геохімічних ландшафтів	Коефіцієнти концентрації фонового вмісту важких металів у ґрунтах ландшафтів відносно ГДК (над ризикою) і орних земель України (під ризикою)									
	Ba	Pb	Cr	Mn	Ni	Mo	V	Cu	Zn	Sr
Кислий і кислий кальцієвий (H ⁺ , H ⁺ - Ca ²⁺)	<u>н.д.</u> 0,3-0,5	<u>0,4-1,0</u> 0,5-1,2	<u>0,1-0,3</u> 0,2-0,4	<u>0,3-0,4</u> 0,6-0,9	<u>0,2-0,5</u> 0,2-0,5	<u>н.д.</u> 0,3-0,6	<u>0,1-0,2</u> 0,1-0,4	<u>н.д.</u> 2,0-3,2	<u>0,4-0,8</u> 0,6-1,3	<u>н.д.</u> 0,02-1,1
Кислий глейовий (H ⁺ - Fe ²⁺)	<u>н.д.</u> 0,3-0,8	<u>0,7-1,5</u> 0,8-1,7	<u>0,2-0,4</u> 0,3-0,5	<u>0,3-0,6</u> 0,6-1,6	<u>0,2-0,8</u> 0,2-0,7	<u>н.д.</u> 0,4-0,7	<u>0,1-0,3</u> 0,2-0,6	<u>н.д.</u> 1,7-2,9	<u>0,5-1,2</u> 0,8-1,9	<u>н.д.</u> 0,7-1,0
ГДК ґрунтів, мг/кг [1]	н.д.	20	100	1500	25	н.д.	150	н.д.	85	н.д.
Середній вміст у ґрунтах орних земель України, мг/кг [8]	376	17,3	74,7	628,3	26,1	1,6	68,8	14,5	50,7	98,1
Примітка: н.д. - немає даних										

Примітка: н.д. - немає даних

Міграція (концентрація і розсіювання) хімічних елементів у ландшафтах Полісся має переважно водно-сольовий характер, особливості якого визначає інтенсивне розсіювання більшості хімічних елементів, включаючи важкі метали, слабка концентрація поживних елементів фульвокислотами гумусу ґрунтів, поширення прісних гідрокарбонатних кальцієвих поверхневих вод з рН від 5 до 7,5, які збагачені органічними речовинами. Переважання у ґрунтового поглинального комплексу легкорухомих фульвокислот, а також регіональні ґрунтоутворювальні процеси опідзолення, сприяють інтенсивному виносу із ґрунтового профілю багатьох есенційних мікроелементів – Fe, Mn, Sr, Ba, Zn, Cu, V, Mo, Co і ін. Загальною рисою ґрунтів і ґрунторних порід є вилуговування рухомих форм елементів і, як наслідок, формування слабоконтрастних літогеохімічних аномалій природного генезису і техногенних зон забруднення важкими металами. Просторові особливості природної і природно-техногенної міграції важких металів на території Українського Полісся обумовлені кислими (H^+), кислими глейовими (H^+ - Fe^{2+}) і кислими кальцієвими (H^+ - Ca^{2+}) класами геохімічних ландшафтів.

За класифікацією О.І. Перельмана, ландшафти кислого класу обумовлені поширенням різновидів дерново-підзолистих ґрунтів і характеризуються високою

рухомістю і розсіюванням (виносом) всіх хімічних елементів; ландшафти кислого глейового класу – поширенням дерново-підзолистих і дернових оглеєних, а також болотних типів ґрунтів, і характеризуються зниженням рухомості на киснево-глейовому фізико-хімічному бар'єрі Cu, Mo, V, Cr, Mn [6, 10, 11].

Значення кларків концентрації для розрахованих нами фонових оцінок для ґрунтів ландшафтів Українського Полісся свідчать про розвиток тут природних процесів розсіювання важких металів (табл. 3). Поширення у кислих глейових ландшафтах фізико-хімічних бар'єрів проявлено системним збільшенням КК у ґрунтах цих ландшафтів, що свідчить про слабку концентрацію тут важких металів як асоціацій бар'єрів киснево-глейових (особливо, Mn і Cr), так і сорбційних (особливо, Zn і Sr).

Відповідність фонових оцінок (КК = 0,5-1,5) кларкам ґрунтів Європи поширена значно більше, ніж світовим кларкам і становить, відповідно: 50 % і 29 % для ґрунтів ландшафтів кислих класів та 69 % і 49 % для ґрунтів ландшафтів кислих глейових класів. Процеси інтенсивного розсіювання (КК < 0,5) фіксуються менш широко при порівнянні фонових оцінок із кларками Європи, ніж із світовими і характеризують 41 % КК ґрунтів ландшафтів кислих класів і 20 % – кислих глейових. Суттєві перевищення вмісту Cu у ґрунтах Українського Полісся, порівняно із кларками Європи (КК = 1,8-3,5) та середніми оцінками для орних земель України (Кк = 1,7-3,2), враховуючи низькі значення тут рухомих форм цього елемента за попередніми дослідженнями, вимагає, на нашу думку, додаткових аналітичних уточнень вказаних регіональних оцінок.

Зазначені закономірності природних процесів у ґрунтах ландшафтів Українського Полісся повною мірою відповідають рівням коефіцієнтів концентрації (таблиця 4). 96 % розрахованих фонових значень важких металів нижче ГДК і лише 4 % не суттєво їх перевищують (Кк = 1,2-1,5). Подібне співвідношення зберігається і у порівнянні фонових значень із середніми оцінками вмісту важких металів (за винятком Cu) у ґрунтах орних земель України: 93 % фонових значень нижче ніж середні по орних землях і лише 7 % їх перевищують (Кк = 1,1-1,9). Зберігається характер співвідношення фонових значень за класами ландшафтів: їх відповідність середнім оцінкам для ґрунтів орних земель України (Кк = 0,5-1,5) характеризує 70 % значень для ландшафтів кислого глейового класу і 50 % – кислих класів.

Висновки. Природні особливості вмісту важких металів та процесів їхньої міграції у ґрунтах Українського Полісся відображують розраховані автором фонові значення вмісту Ba, Pb, Cr, Mn, Ni, Mo, V, Cu, Zn, Sr, Co для зональних геохімічних ландшафтів з певними ґрунтово-рослинними, геолого-геоморфологічними і функціональними характеристиками. Розрахунки еколого-геохімічних коефіцієнтів та їх аналіз засвідчили узгодженість фонових значень із головними природними процесами розсіювання важких металів у ландшафтах кислих та кислих глейових класів за незначної їх концентрації на ландшафтних бар'єрах киснево-глейового і сорбційного типів. Це підтверджує репрезентативність вибраних нами ландшафтів і отриманих оцінок вмісту важких металів як природного фону для зональних ландшафтів Українського Полісся. Практичним застосуванням здобутих результатів є запровадження фонових вмісту важких металів для розрахунків сумарного забруднення, агрохімічного контролю і моніторингу ґрунтів. Результати досліджень мають започаткувати регіональну систему екологічного нормування стану агроландшафтів та ремедіації територій. Запровадження ландшафтно-геохімічної параметризації агроекологічних критеріїв дозволить

підняти значущість наукового обґрунтування агрохімічного вибору територій для вирощування органічної продукції на території України.

Список використаної літератури

1. *Методика суцільного ґрунтового-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України* / За ред. О.О. Созінова, Б.С. Прістера. – К.: КНД, 1994. – 160 с.
2. *Якість ґрунту*. Землі техногенно забруднені. Обстеження та використання. ДСТУ 7243:2011. К.: 2012. – 11 с.
3. *Якість ґрунту*. Показники родючості ґрунтів. ДСТУ 4362:2004. К.:2006. – 12 с.
4. *Геохимия окружающей среды* / [Саэт Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др.]. – Москва: Недра, 1990. – 335 с.
5. *Європейська ландшафтна конвенція*. (Флоренція, 20 жовтня 2000 г.). ETS N 176. Ратифіковано Законом України N 2831-IV (2831-15) від 07.09.2005. – 5 с.
6. *Перельман А.И.* Геохимия ландшафтов / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. Москва: Астрей, 2000. – 763 с.
7. *Морозова И.А., Москаленко Н.Н.* «Горячие точки» отечественного эколого-геохимического картирования и картографирования / И.А. Морозова И.А., Н.Н. Москаленко // Прикладная геохимия. Экологическая геохимия. М.: ИМГРЭ, 2001. – Вып.2. – С.99-107.
8. *Регіональні геохімічні дослідження ґрунтів України в рамках міжнародного проекту з геохімічного картування сільськогосподарських та пасовищних земель Європи (GEMAS)* / В.Р. Клос, М. Бірке, Е.Я. Жовинський та інш. // Пошукова та екологічна геохімія. К.: ІГФМ. – №1 – 2012. – С. 51-67.
9. *Єгорова Т.М.* До питання про геохімічний та екологічний фон у геологічних дослідженнях України / Т.М. Єгорова, Л.С. Галецький // Геологічний журнал НАНУ. – 2003. – №3. – С. 78 – 81.
10. *Беус А.А.* Геохимия окружающей среды / А.А. Беус, Л.И. Грабовская, Н.В. Тихонова. М.: Недра, 1976. – 248 с.
11. *Єгорова Т.М.* Ландшафтно-геохімічна структура території України як методологічна основа еколого-геохімічних досліджень // Екологія та охорона довкілля. – 2003. – №2. – С. 71-77.
12. *Медведев В.В.* Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи / Медведев В.В. – Харьков: ПФ «Антиква», 2002. – 428 с.
13. *Єгорова Т.М.* Досвід детальних ландшафтно-геохімічних досліджень Житомирського Полісся // Вісник Київського університету. Сер. Геологія. К.: ВПЦ «Київський університет». – 2000. – Вип. 17. – С. 40-45.
14. *Bowen H.J.M.* Environment Chemistry of the Elements., Academic Press. 1979. London - New-Yorc-Toronto-Sydney-San Francisco. – 250 p.
15. *Атлас почв Украинской ССР* / Ред. Н.К. Крупский, Н.И. Полупан. – К.: Урожай. 1979. – 150 с.
16. *Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України* / Ред. Б.С. Носко – К.: Урожай, 1994. – 333 с.

Стаття надійшла до редакції 15.11.2013

BACKGROUND CONTENT OF HEAVY METALS AND ITS ENVIRONMENTAL DESCRIPTIVENESS IN LANDSCAPES SOILS OF THE UKRAINIAN POLISSYA ZONE

T. M. Yegorova

Institute of Agroecology and Nature Management of NAAS, Ukraine
Metrolohichna, Str.,12, Kyiv City, Ukraine,03143
(egorova_geochem@rambler.ru)

The various approaches to definition of chemical elements background content have been considered. The relevant background values of heavy metals in the soil to solve the normativity agroecological challenges have been set out. This paper deals with results of a statistical analysis of the Ba, Pb, Cr, Mn, Ni, Mo, V, Cu, Zn, Sr, Co distribution throughout the zonal soil of the Ukrainian Polissya geochemical landscapes. The defining factors of natural dispersion and concentration of chemical elements in the sod-podzolic and sod-podzolic gley soils have been outlined. This paper shows, by using clarks and concentration ratios, the correspondence between the characteristics of the natural migration processes with background content of heavy metals in the geochemical landscapes soil of acidic and acidic gley classes. The background content of heavy metals in the zonal landscapes of Ukraine were suggested to use in regional agroecological rationing system and selection of territories for the agricultural products cultivation.

Key words: heavy metals, soil, background content, Polissya, agroecological rationing.

АГРОХІМІЯ

УДК 633.15:631.81.095.337](477)

ОЦІНКА ВМІСТУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У РОСЛИНАХ КУКУРУДЗИ У СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ

В.І. Чабан, С.П. Клявзо, О.Ю. Подобед

ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН України
(*inst_zerna@mail.ru*)

Узагальнено результати мікроелементного складу рослин кукурудзи зони Степу України. Встановлено середні значення вмісту мікроелементів в зерні та листостебловій масі. Максимальні значення коефіцієнту біологічного поглинання відмічено для Zn (30,5) і Cu (11,1). Аналіз емпіричних кривих свідчить, що дія певних факторів не дозволяє рослинам кукурудзи повністю реалізувати потенційні можливості щодо накопичення більшості мікроелементів. Запропоновано шкалу градації вмісту мікроелементів у зерні з урахуванням регіональних особливостей.

Ключові слова: кукурудза, мікроелементи, вміст, варіабельність.

Вступ. Останніми роками у зерновиробництві зростає роль кукурудзи, про що свідчить збільшення площ її посіву за 2000-2010 рр. в 2,1 раза (з 1,278 до 2,648 млн га), зростання середньої урожайності – в 1,5 раза (з 3,01 до 4,51 т/га), валового збору зерна – в 3,1 раза (з 3,85 до 11,95 млн т) [1]. Поряд з підвищенням урожайності велика увага повинна приділятися отриманню біологічно повноцінної продукції, яка характеризується системою оцінювальних показників [2, 3,]. Одним з них є хімічний склад рослин, у тому числі і мікроелементний.

Специфічність накопичення рослинами мікроелементів (МЕ) на даний час вивчена досить добре, але в сучасних умовах, під впливом різноманітних факторів (кліматичних, генетичних, антропогенних та ін.), філогенетично закріплений для кожної культури діапазон поглинання хімічних елементів активно змінюється. Літературні джерела свідчать про суперечливість даних щодо вмісту та розподілу МЕ між товарною та нетоварною частинами врожаю зернових культур. Існує багато прикладів лабільності їх концентрацій в основній продукції рослин. У ряді випадків, розходження у вмісті елементів у генеративних органах культур досягають десятки і навіть сотні разів, що свідчить про умовність поняття сталості елементного складу зерна. [4, 5, 6].

У зв'язку з тим, що ґрунтові і кліматичні умови значною мірою впливають на показники біологічної цінності харчових і кормових продуктів, мета досліджень – дати оцінку мікроелементного складу та виявити особливості розподілу МЕ в рослинах кукурудзи в умовах степової зони України. Це дасть можливість визначити константні і змінні величини, варіабельність вмісту елементів у зерні та листостебловій масі і встановити спрямованість змін. Отримані дані дозволитимуть діагностувати стан системи ґрунт-рослина, встановити повноцінність мікроелементного складу та екологічну чистоту врожаю.

Методичні особливості роботи. Вміст Mn, Zn, Fe, Cu, Co, Ni, Pb та Cd в зерні та листостебловій масі кукурудзи визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115М1 з атомізацією в повітряно-ацетиленовому полум'ї. Експериментальні дані обробляли за допомогою прикладних програм

математичної статистики в складі Excel 1998 та Statistica (version 6). Статистичний обробці піддавали масив аналітичних даних мікроелементного складу рослин кукурудзи, отриманих за останні 25 років у стаціонарних дослідках Інституту сільського господарства степової зони, які охоплюють найбільш поширені ґрунтові відміни та відображують кліматичні особливості північного Степу.

Результати роботи і їх обговорення. Результати обробки дозволили розрахувати чисельні характеристики варіаційних рядів вмісту МЕ в зерні та листостебловій масі кукурудзи та встановити їх середні параметри. Середні значення концентрації МЕ в зерні становлять: Zn – 17,7; Mn – 3,85; Cu – 2,15; Co – 0,30; Ni – 0,82; Fe – 32,4; Cr – 0,49; Pb – 0,39; Cd – 0,017 мг/кг сухої речовини (табл. 1). Розподіл МЕ в зерні кукурудзи має ряд: Fe > Zn > Mn > Cu > Ni > Cr > Pb > Co > Cd. Максимальний вміст серед елементів приходить на Fe – близько 50 %, на Zn – 30 %, Cu і Mn – 4-7 %, а кількість інших елементів (Ni, Cr, Pb, Co, Cd) не перевищує 1 %. Помітна концентрація в зерні Fe, Zn, Mn і Cu пов'язана з їхньою участю в синтезі білків, хлорофілу та вітамінів. Розраховані коефіцієнти варіації та помилка середньої величини дають уявлення про коливання значень елементного складу зерна кукурудзи. Так, відмічається висока варіабельність показників більшості елементів (Mn, Cu, Co, Fe, Pb, Cd), коефіцієнти варіації яких становили 29,8-48,1 %. Менш усього варіював вміст Zn (V = 15,5 %), а найбільше змінювався вміст Cd. Розходження між мінімальним і максимальним значеннями вмісту елементів у зерні досягали 2-10 разів.

1. Вміст мікроелементів у рослинах кукурудзи у фазу повної стиглості

Еле- мент	n	$\bar{x}$	lim	V	$\bar{x}$	lim	V
		зерно			листочкова маса		
Zn	218	17,7	10,4-25,8	15,5	12,4	3,69-36,5	51,6
Mn	243	3,85	1,27-9,80	44,6	25,7	3,30-76,10	57,1
Cu	243	2,15	0,60-5,71	44,9	3,52	1,02-10,60	57,2
Co	231	0,30	0,15-0,72	34,2	0,79	0,30-1,66	37,6
Ni	214	0,82	0,42-1,86	29,8	1,46	0,64-3,88	44,4
Fe	63	32,4	18,4-60,0	30,7	101	44,8-159,0	31,8
Pb	220	0,39	0,14-0,80	39,0	1,12	0,25-2,83	50,0
Cd	156	0,017	0,006-0,068	48,1	0,073	0,012-0,317	92,6
Cr	68	0,49	0,22-0,89	31,9	1,94	0,40-7,75	92,3
Примітка: n - об'єм вибірки; $\bar{x}$ - середнє значення, мг/кг с. р.; lim - границя коливань (min – max), мг/кг с. р.; V - коефіцієнт варіації, %							

Вміст МЕ в листостебловій масі кукурудзи відзначався більшими коливаннями порівняно з зерном, із такими середніми значеннями: Zn – 12,4; Mn – 25,7; Cu – 3,52; Co – 0,79; Fe – 101; Cr – 1,94; Ni – 1,46; Pb – 1,12; Cd – 0,073 мг/кг сухої речовини. Для побічної продукції розподіл елементів дещо інший і має вигляд: Fe > Mn > Zn > Cu > Cr > Ni > Pb > Co > Cd. У листостебловій масі, на відміну від зерна, міститься значно більше Mn, а частка його вмісту, із загальної суми мікроелементів, прийнятої за 100 %, складає 17 %, кількість Zn та Cu залишається на рівні зерна, а токсичні елементи (Pb, Cd, Ni, Cr) значною мірою накопичуються саме побічною продукцією. Але найвищі значення констатовано для Fe (66 %) – цей елемент накопичується у великій кількості як у зерні так і у вегетативній масі кукурудзи. Статистичний аналіз даних МЕ складу побічної продукції свідчить про значно більшу мінливість показників вмісту елементів, що

підтверджується високими коефіцієнтами варіації ($V = 31,8-92,6 \%$). Різниця між мінімальним і максимальним вмістом елементів у вегетативній масі досягає 4-25 разів.

Як відомо, рослинам властива вибіркова поглинальна здатність і концентрування елементів, необхідних для росту та розвитку, у зв'язку з чим співвідношення МЕ є іншим, порівняно з ґрунтами. Для оцінки інтенсивності їх надходження в рослини кукурудзи в умовах степової зони були розраховані коефіцієнти біологічного поглинання (КБП). Величини КБП розрізнялись для зерна і листостеблової маси, що може свідчити про наявність бар'єру на границі між вегетативними і генеративними органами, практично для всіх елементів, крім Mn (табл. 2). Характерною особливістю культури є інтенсивне поглинання з ґрунту Zn, Cu та Cd, що підтверджують найвищі значення КБП (> 3), дещо менші вони для Pb, Co, Ni (> 1) і найнижчі (< 1) – для Fe та Mn. Високі показники КБП для цинку і міді, навіть за дуже низької концентрації у ґрунті, вказують на їх високу біологічну активність та важливе фізіологічне значення для рослин кукурудзи.

2. Коефіцієнти біологічного поглинання мікроелементів рослинами кукурудзи

Продукція	Zn	Mn	Cu	Co	Ni	Fe	Pb	Cd
Зерно	30,5	0,73	11,1	2,70	2,90	0,12	2,36	5,69
Листостеблова маса	4,79	1,09	4,10	1,60	1,16	0,08	1,52	5,62

Важливу інформацію з аналізу варіаційних рядів можна одержати шляхом побудови емпіричних кривих частоти розподілу вмісту елементів у просторі (зона Степу) і часі (25-річні дані). Емпіричні криві, на прикладі розподілу Zn, Mn, Cu та Pb в зерні кукурудзи, наведені на рисунках 1-4.

Так, розподіл вмісту Zn носить симетричний характер і, з вірогідністю 99 % свідчить, що фактор ґрунтово-кліматичних умов на нього достовірно не впливає.

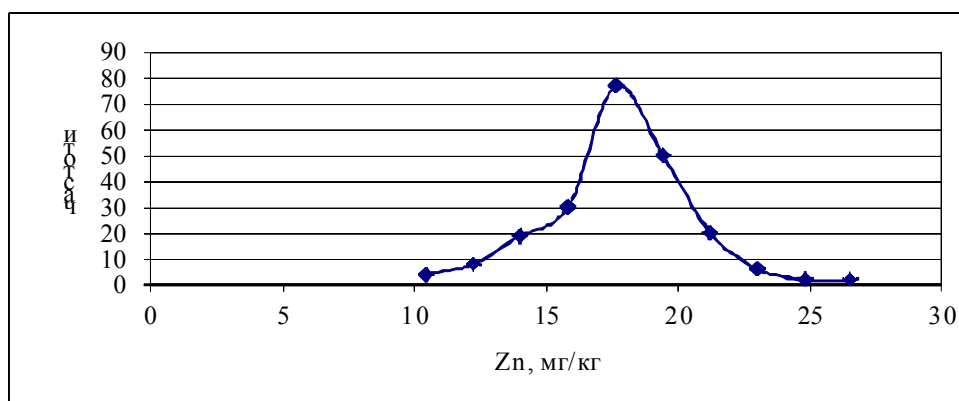


Рис. 1. Емпірична крива розподілу вмісту Zn в зерні кукурудзи

У той же час статистичний аналіз вмісту Mn, Cu, Co, Ni, Fe, Pb та Cd в зерні кукурудзи підтвердив припущення про невідповідність розподілів експериментальних даних моделі нормального розподілу, тобто вони відносяться до «змішаного» типу варіювання. Ці сукупності неоднорідні та можуть складатися з декількох нормальних сукупностей. Гіпотезу про закон розподілу можна перевірити за значеннями коефіцієнтів асиметрії (As) і ексцесу (Ex) та за допомогою статистичних таблиць. Для цих елементів спостерігається явно

виражена права асиметрія і різнонаправлений ексцес. Таке «змішане» варіювання в часі і просторі не піддається попередньому обліку і переважає в досліджуваних нами об'єктах. Тому, для кожного елемента потрібний аналіз їх емпіричних кривих. Згідно з літературними даними, з математичної точки зору, варіаційні криві «змішаного» варіювання відрізняються від нормальної кривої розподілу Гаусса і можливий поділ їх на декілька кривих з різною асиметрією.

Емпірична крива розподілу Mn у зерні кукурудзи носить асиметричний характер. Графічно асиметрія має вигляд скошеної варіаційної кривої із зміщенням піку ліворуч від центру розподілу (позитивна асиметрія). Коефіцієнт ексцесу ($E_x = 1,21$) вищий за критичне значення (0,826), за рівня значущості $\alpha = 0,01$. Отримані значення величини A_s і E_x свідчать, що даний розподіл має правобічну асиметрію і помітно виражений ексцес (рис. 2). Середня арифметична величина для марганцю становить 3,85 мг/кг, однак, найбільш часто трапляється значення (мода) 3,19 мг/кг, отже на даній емпіричній кривій значення вмісту Mn у зерні зміщені у бік зменшення. Цей факт свідчить про наявність більшої кількості факторів, які обмежують надходження Mn в зерно.

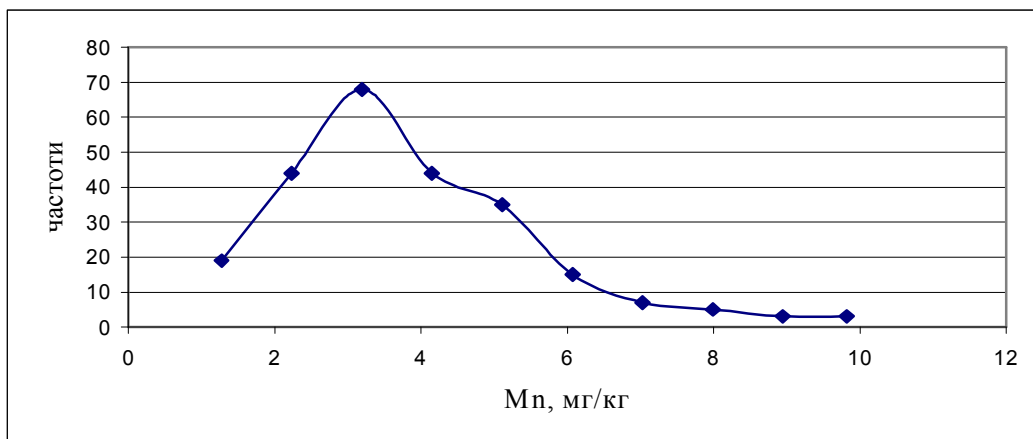


Рис. 2. Емпірична крива розподілу вмісту Mn в зерні кукурудзи

Емпірична крива розподілу Cu у зерні кукурудзи також має позитивну асиметрію і негативний ексцес – два піки, або складається з двох нормальних (рис. 3) розподілів. Це можна пояснити суттєвими відмінами кліматичних умов, які впливають на доступність рослинам міді або генетичною різноманітністю гібридів кукурудзи, що також може позначатися на елементному складі зерна.

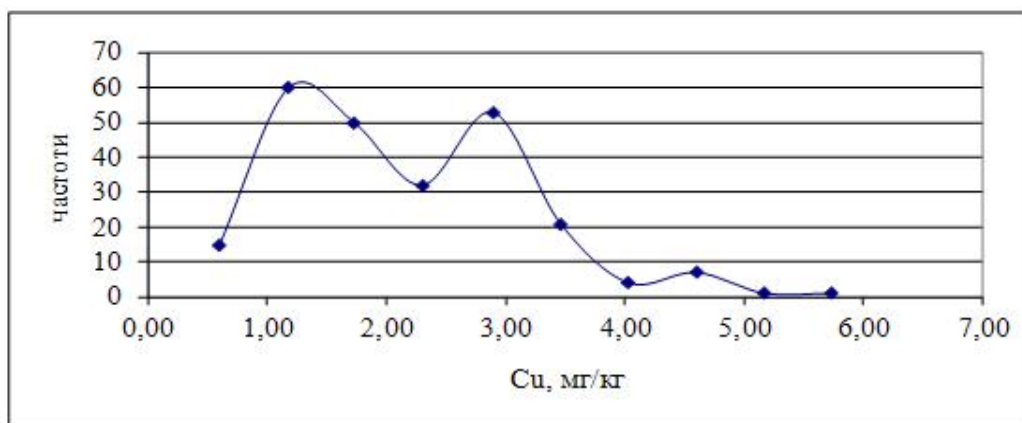


Рис. 3. Емпірична крива розподілу вмісту Cu в зерні кукурудзи

На емпіричній кривій для Co досить чітко спостерігається величина позитивної асиметрії ($As = 0,90$), отже крива зміщена у бік зменшення значень вмісту Co у зерні, що може бути наслідком зниження його доступності у ґрунті. В той же час, в проаналізованому ряді слабо виражений позитивний ексцес ($Ex = 0,29$) при Ex критичному 0,823. За такого значення асиметрії розподіл не підкоряється закону нормального розподілу з імовірністю 99 %.

Варіаційна крива розподілу нікелю в зерні має значні величини асиметрії (As) і ексцесу (Ex). Це свідчить про значне варіювання вмісту Ni в зерні кукурудзи в більшості регіонів зони.

Для Fe значення складають $As = 0,881$ і $Ex = -0,058$ і його розподіл не підкоряється закону нормального розподілу з імовірністю 99 %. Слабовиразний негативний ексцес обумовлений наявністю значних площ ґрунтів з різним рівнем вмісту доступних рослинам форм заліза.

Аналогічна закономірність відзначена для вмісту Pb (критичні значення $As=0,60$ і $Ex=-0,43$), за наявності двох чітко виражених піків на варіаційних кривих «змішаного» типу (рис. 4).

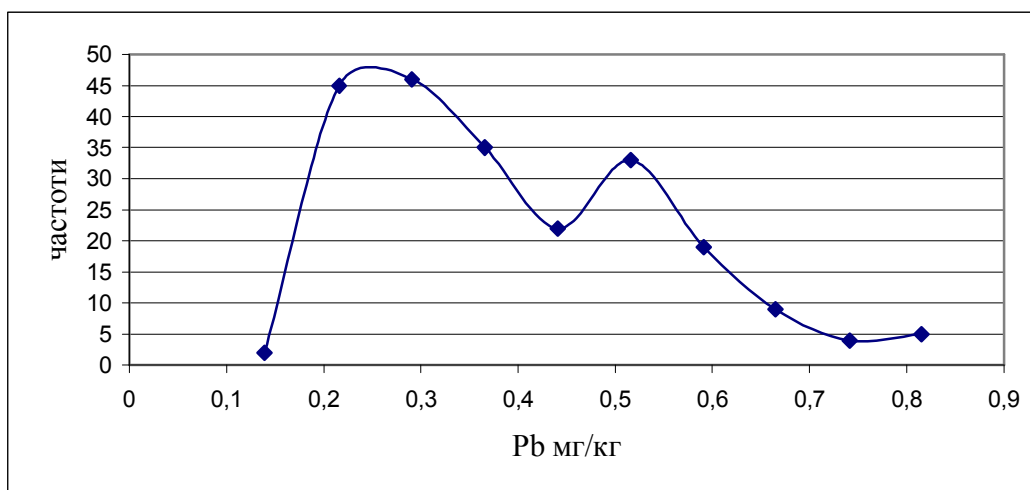


Рис. 4. Емпірична крива розподілу вмісту Pb в зерні кукурудзи

Емпіричний варіаційний ряд для Cd має суттєвий негативний ексцес ($Ex = -95$) і незначну позитивну асиметрію ($As = 0,16$). Для його накопичення в зерні кукурудзи найбільш значною є дія об'єктивних факторів, які варіюють у просторі і часі.

Як відмічалось вище, параметри елементного складу рослин кукурудзи відзначаються значним діапазоном коливань, що ускладнює оцінку збалансованості живлення культури. Тому, на основі методів статистичного аналізу та просторової інтерпретації результатів ми здійснили спробу побудувати шкали градації вмісту мікроелементів у зерні з урахуванням регіональних особливостей (табл. 3).

3. Параметри вмісту мікроелементів у зерні кукурудзи, мг/кг сухої речовини

Рівень	Вміст мікроелементів, мг/кг сухої речовини						
	Zn	Mn	Cu	Co	Ni	Pb	Cd
Низький	9,5-15,1	0,79-3,79	0,31-2,10	0,113-0,280	0,337-0,850	0,100-0,337	0,0048-0,0123
Середній	15,2-21,9	3,80-7,37	2,20-4,24	0,281-0,485	0,860-1,470	0,338-0,619	0,0124-0,0213
Високий	22,0-26,5	7,38-10,20	4,25-6,00	0,486-0,652	1,480-1,990	0,620-0,852	0,0214-0,0288

Розрахунок узагальнених числових характеристик (середнє, дисперсія та ін.) варіаційних рядів вмісту МЕ в зерні можливий у разі заміни інтервальних рядів безінтервальними.

Обчислення серединних (центральных) значень для кожного класу має вигляд варіаційного ряду і дає можливість розрахувати математично достовірні рівні вмісту мікроелементів в основній продукції, використовуючи такий статистичний показник, як 95 % довірчий інтервал центральних (серединних) значень кожного класу. Використання довірчого інтервалу центральних значень дозволяє статистично достовірно виділити три рівня забезпеченості мікроелементами зерна кукурудзи. Середній – охоплює усі значення, які з вірогідністю 95 % знаходяться в межах довірчого інтервалу:

$$\bar{x} \pm 1,96 S_{\bar{x}}$$

Низький – значення, які менші за:

$$\bar{x} - 1,96 S_{\bar{x}}$$

Високий – значення вищі за:

$$\bar{x} + 1,96 S_{\bar{x}}$$

де: $\bar{x}$ – середнє з центральних значень кожного класу;

$S_{\bar{x}}$ – помилка середнього;

$t = 1,96$ – нормоване відхилення при вірогідності $P = 95 \%$.

Відповідна статистична обробка не тільки показує як осереднення результатів по зоні Степу нівелює статистично достовірні відмінності між вмістом МЕ у зерні під впливом сукупності факторів але й демонструє характер змін у просторі і часі вмісту кожного досліджуваного елементу.

Висновки. Мікроелементний склад зерна і листостеблової маси кукурудзи зазнає значних коливань. Відмічено високу варіабельність вмісту в зерні Mn, Cu, Co, Fe, Pb, Cd ($V=29,8-48,1 \%$), вміст Zn характеризувався стабільністю ($V = 15,5 \%$). Такі параметри є фоновими для підзони північного Степу України.

Максимальні значення КБП зерна кукурудзи відмічені для Zn (30,5) та Cu (11,1). Менш інтенсивно поглинались із ґрунту Ni (2,90), Co (2,70), Pb (2,36), Mn (0,73), Fe (0,12).

Аналіз варіаційних рядів вмісту мікроелементів у зерні кукурудзи дозволив виявити наявність 3-х видів імовірностних функцій: одномодальні, перехідні і бімодальні. Їх динамічна еволюція визначається, як внутрішніми флуктуаціями (генетичний фактор), так і мінливістю умов зовнішнього середовища. Найбільш стійкий стан властивий одномодальним функціям з позитивною асиметрією, що свідчить про недостатнє використання рослинами потенційних можливостей щодо накопичення зерном Mn, Cu, Co, Fe, Pb, Cd в умовах зони.

Довірчий інтервал центральних значень дозволив статистично достовірно виокремити низький, середній та високий рівні вмісту мікроелементів у зерні кукурудзи.

Список використаної літератури

1. Черенков А.В. Технологія вирощування кукурудзи в різних ґрунтово-кліматичних зонах України / А.В. Черенков, В.С. Циков, Б.В. Дзюбецький та ін. – Дніпропетровськ, 2011. – 51 с.

2. Справочник по качеству зерна / Г.П. Жемела, Л.П. Кучумова, З.Ф. Аниканова; Под ред. Г.П. Жемелы – 3-е изд., перераб. и доп. – К.: Урожай, 1988. – 216 с.

3. *Прикладна біохімія та управління якістю продукції рослинництва*: Підручник / М.М. Городній, С.Д. Мельничук, О.М. Гончар та ін. / за ред. М.М. Городнього. – К.: Арістей, 2006. – 484 с.

4. Ягодин Б.А. Вариабельность микроэлементного состава зерна основных злаковых культур и факторы, ее определяющие / Б.А. Ягодин, С.П. Торшин, Н.Л. Кокурин, Н.А. Савидов // *Агрохимия*. – 1989. – № 3. – С.125 – 133.

5. Ягодин Б.А. Вариабельность микроэлементного состава семян основных зернобобовых культур и факторы, ее определяющие / Б.А. Ягодин, С.П. Торшин, Н.Л. Кокурин, Н.А. Савидов // *Агрохимия*. – 1990. – № 3. – С.126 – 139.

6. *Перельман А.И. Геохимия ландшафтов* / А.И. Перельман. – М.: Астрель, 2000. – 768 с.

Стаття надійшла до редколегії 21.07.2013

ASSESSMENT OF THE MICROELEMENTS CONTENT IN THE CORN PLANTS IN THE STEPPE ZONE OF UKRAINE

V.I. Chaban, S.P. Kliavzo, O.Yu. Podobed

Agricultural Steppe Zone Institute of the NAAS of Ukraine
(*inst_zerna@mail.ru*)

The data on microelement composition determination of corn plants in the Steppe zone of Ukraine are summarized. The averages of microelements content in grain, foliage and stems mass are determined. Maximal values of biological uptake factor in the corn grain are marked for Zn (30,5) and Cu (11,1). The analysis of empirical curves specifies that action of the certain factors does not allow corn to realize completely potential opportunities on accumulation of the majority of microelements. The gradation scale of the microelements contents in the grain is offered in view of regional features.

Key words: *corn, microelements, contents, variability.*

ДО 130 РІЧНИЦІ ВИХОДУ В СВІТ КНИГИ В.В. ДОКУЧАЄВА «РУССКИЙ ЧЕРНОЗЁМ»

УДК 002.2 (Докучаєв):63.001.8:[001.9+061.22](477)

В.В. ДОКУЧАЕВ И СТАНОВЛЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОПЫТНОГО ДЕЛА КАК ОТРАСЛИ ЗНАНИЙ И ОРГАНИЗАЦИИ

В.А. Вергунов

Национальная научная сельскохозяйственная библиотека НААН

г. Киев, ул. Героев Обороны, 10

(nnsqb@ukr.net)

Методом историко-научного анализа концептуально раскрыты предпосылки появления сельскохозяйственного опытного дела как области знаний и организации, а также составляющей естествознания и культуры каждой нации мира в контексте творческого наследия основателя морфолого-генетического почвоведения – профессора В.В. Докучаева (1846–1903) после выхода его книги «Русский чернозем» в 1883 году.

Ключевые слова: сельскохозяйственное опытное дело, почвоведение, В.В. Докучаев, «Русский чернозем», сельское хозяйство.

Событием мирового масштаба в 2013 г., к празднованию которого прямое отношение имеет, в первую очередь, Россия, а затем Украина, Молдова, Грузия и Казахстан в рамках совместного Отечества, и о месте которого в жизни человечества почему-то практически не вспоминают, следует считать появление сельскохозяйственного опытного дела как отрасли знаний и организации. Согласно собственным научным изысканиям сегодня это понятие обобщающее звучит так: «Глубокое и всестороннее изучение в специализированных исследовательских институтах агрономических, зоотехнических и других сельскохозяйственных явлений, которые наблюдаются в естественных, а также искусственно созданных условиях, с использованием соответствующих методик и инструментариев, для отработки наиболее рациональных путей и подходов, способствующих повышению культурного уровня сельского хозяйства, а также – поиска других средств и способов предоставления научно-практической помощи аграрному производству в целях получения как наибольшего количества, так и лучшего качества эколого-сбалансированной сельскохозяйственной продукции» [1]. К такой трактовке указанного понятия – долгий путь в 131 год, начало которому проложил «Толковый словарь живого великорусского языка». Автор его – Владимир Даль – определял опытничество как «ученье не голословное, а с показанием объясняемого на деле» [2].

Оказалось, что утверждение сельскохозяйственного опытного дела как составляющей естествознания и культуры наций всего мира непосредственно связано еще с одной знаковой датой – 130-летием выхода труда гениального отечественного ученого, профессора Василия Васильевича Докучаева «Русский чернозем» [3]. Именно появление морфолого-генетического или научного почвоведения стало базовой методологической основой, что и перевело сельскохозяйственную науку (или, как тогда говорили, – агрономию – «совокупность наук о сельском хозяйстве» [4]) из разряда исключительно

прикладных в фундаментальные естествознательские. Через понимание, что все происходит на почве, которая сама по себе является живым веществом, и дало возможность объединить всех причастных к научному обеспечению дальнейшего развития ведущей отрасли экономики многих стран мира – сельского хозяйства – основы основ продовольственной безопасности, а, значит, –государственности. Проще говоря, всех нас, присутствующих сегодня в зале: ученых-агрономов, зоотехников, микробиологов, механизаторов, экономистов, ветеринаров, садоводов, селекционеров, историков отраслевой науки и особенно – почвоведов из разных стран мира для решения важных повседневных вопросов, которые с полным правом можно отнести к категории «хлеб насущный». Не случайно В.В. Докучаев настаивал, что знания почв «... поможет уменьшить нужды крестьянства», и добавлял «... почвоведение не только открывает человеку пути к овладению грунтом, но и помогает ему в выработке научных мероприятий, которые должны служить той же цели – облегчению тяжелой участи огромного большинства человечества...».

В своем выступлении сделаю попытку доказать, что за всем этим стоит гений – профессор В.В. Докучаев и его книга «Русский чернозем», а также другое из творческого наследия, что, безусловно, нуждается в переосмыслении в формате высказывания его известнейшего ученика академика В.И. Вернадского: «История науки и ее прошлое должна критически составляться каждым научным поколением и не только потому, что меняются запасы наших знаний о прошлом, открываются новые документы или находятся новые приемы восстановления былого. Нет! Необходимо вновь научно перерабатывать историю науки, вновь исторически уходить в прошлое, потому что благодаря развитию современного знания в прошлом получает значение одно и теряет другое. Каждое поколение научных исследователей ищет и находит в истории науки отражение научных течений своего времени. Двигаясь вперед, наука не только создает новое, но и неизбежно переоценивает старое, пережитое» [5].

Собственными многолетними исследованиями по зарождению, становлению и развитию сельскохозяйственного опытного дела обосновываю, что процесс формирования отраслевого опытничества своими истоками уходит в 10-е тысячелетие до н.э., когда земледельцы и скотоводы в долинах рек объединили свои усилия, и появилось понятие – сельское хозяйство или земледелие. Понимая его основополагающее генерирующее место для планеты Земля, В.И. Вернадский писал: «Открытие земледелия, сделанное более чем за 600 поколений до нас, определило будущее всего человечества», а великий французский философ Жан-Жак Руссо добавлял: «Единственное средство удержать государство в состоянии независимости от кого-либо является сельское хозяйство. Обладайте вы хоть всеми мировыми богатствами, но если вам нечем питаться – вы зависите от других. Торговля создает богатство, но сельское хозяйство обеспечивает свободу».

Накопленный веками эмпирический опыт ведения сельского хозяйства, о котором выдающийся отечественный агроном профессор И.А. Стебут, открывая 13 декабря 1901 года Первый съезд по сельскохозяйственному опытному делу в Санкт-Петербурге, сказал, что «... сельскохозяйственный опыт также древен как само земледелие, но первоначально этот опыт, так сказать, навязывался земледельцу помимо его воли, и тем не менее, этому последнему, не лишенному наблюдательности, служил не редко указанием для его дальнейших действий...»

[6], в конечном итоге привел к появлению специального учения, которое, умноженное на успехи естествознания, прежде всего в области биологии и агрохимии, начиная со второй половины XVII века, позволил сформироваться научному методу. Благодаря ему через интернациональный персонифицированный процесс «познания истины», в конце концов, возникло генетическое почвоведение – основа сельскохозяйственного опытного дела как отрасли знаний. Как никто другой, В.В. Докучаев хорошо понимал и применил вклад предшественников и своих современников в понимании эволюции черноземов или почвы – основы основ жизни на Земле.

Если только констатируя, учитывать преимущественно философские наработки 7 наиболее известных древнегреческих и римских ученых и мыслителей, то среди наиболее знаковых открытий в мировом контексте, прежде всего в вопросах понимания теории знаний о почве, выделяю 34 ученых-естествоиспытателей из разных стран мира.

Отсчет следует начать с француза Бернара Палисси, который в трактате «О различных солях в сельском хозяйстве» (1563) первым высказал взгляд на почву как источник питательных веществ, необходимых для жизни растений через три обобщающие научные положения: 1) почва – источник минеральных веществ для растений, 2) почва истощает свое плодородие при формировании урожая, 3) необходимо возвращать в почву зольные вещества в процессе роста в виде соответствующих удобрений.

Продолжить россиянином Михаилом Васильевичем Ломоносовым, который первым высказался с научной точки зрения о воздушном питании растений, получившем впоследствии название фотосинтеза, и относительно происхождения гумуса. Трудом «О слоях земли» (1763), в котором он эволюционно подошел к происхождению черноземов, положил начало развитию почвоведения. Именно он впервые изложил важнейшие положения современного почвоведения: почва является производным жизни растений; растения изменяют почву и подготавливают ее к заселению другими, более требовательными растениями; хозяйственная деятельность человека может ускорить естественный процесс развития плодородия почвы. Позднее, В.И. Вернадский, изучив труды М.В. Ломоносова, писал, что Михаил Васильевич является не только первым русским почвоведом, но и первым почвоведом вообще. Благодаря ученому, с 1770 г. при Московском университете начали преподавать курс почвоведения. М.В. Ломоносов является автором первой методики и схемы постановки полевых опытов, которые он изложил в работе «Приглашение сельских домостроителей кчинению некоторых опытов, касающихся хлебопашества», опубликованной в «Трудах Вольного экономического общества» (ч. 3, 1769). По мнению Н.И. Пшеничного, этот год можно считать началом отраслевого опытничества [7].

Следует также отметить немца Альбрехта Даниэля Тэера – создателя теории «гумусного питания» и других русских ученых: Андрея Тимофеевича Болотова – автора оригинального подхода к образованию черноземов в степи; академика Франца Ивановича Рупрехта, о котором В.В. Докучаев в книге «Русский чернозем» писал: «... без всякого сомнения, отцом научной постановки и самой разработки вопроса о происхождении чернозема является академик Рупрехт...» через его труд «Геоботаническое исследование о черноземе» (1866); Дмитрия Ивановича Менделеева, который первым, задолго до других исследователей, как в России, так и за рубежом, разработал методику

проведения полевых опытов, а также трех профессоров Императорского Харьковского университета, менее известных современникам: Никифора Дмитриевича Борисяка, Ивана Федоровича Леваковского и Александра Васильевича Гурова, которые много внимания уделили вопросам изучения российских черноземов в середине XIX века.

Все перечисленные наработки и особенно российских ученых, потому что, как считают историки отрасли, «... в России почвоведение возникло совершенно независимо от Запада и развивалось оно своим самобытным путем...» [8], о чем и доказывает В.В. Докучаев в книге «Русский чернозем», сделав 893 ссылки, в частности 701 – в основном на российских авторов, стали эмпирической, а впоследствии в разных проявлениях – научной основой появления через морфолого-генетическое почвоведение сельскохозяйственного опытного дела как отрасли знаний. Не случайно считаю книгу «Русский чернозем» первым библиографическим или отраслевым указателем, где эталонно отработан контекстовый подход к эволюции научной мысли отдельной сельскохозяйственной проблемы. Проще говоря, если ученый желает репрезентовать свое научное открытие на мировом уровне, то он должен для этого, по крайней мере, взять за основу библиографический подход В.В. Докучаева. Со временем о важности такого видения для будущего науки пишет его ученик – П.В. Отоцкий при создании первого отечественного критико-библиографического «Обзора русской почвенной литературы» [9] за период 1765–1896 гг., подготовленного по инициативе В.В. Докучаева от имени Почвенной комиссии Императорского вольного экономического общества в 1898 г.

Гениальный ученый изложил правильный взгляд на почву как особое природное тело и дал первое научное определение понятию «почва» – «...дневные или близкие к ним горизонты горных пород (все равно каких), которые более или менее естественно изменены взаимным влиянием воды, воздуха и различного рода организмов - живых и мертвых, что сказывается известным образом на составе, структуре и цвете таких продуктов выветривания» (1886). Ему также принадлежат определения: «почвенный профиль», «почва – зеркало ландшафта», «почвообразующий процесс», изложение закона постоянства качественных и количественных отношений между всеми, наиболее существенными составными частями почв, и 13 частных законов, каждый из которых начинается словами «Закон постоянства соотношений между...». Кроме того, за В.В. Докучаевым и другие пионерские открытия, ставшие фундаментом и достоянием не только для развития генетического почвоведения, но и сельскохозяйственного опытного дела как отрасли знаний, или по Н.К. Недокучаеву: «Совокупности сведений и методов изучения сельскохозяйственных явлений» [10]:

1) создал первую в мире научную классификацию почв (1886) на генетической основе, в которой научно доказал необоснованность применения с этой целью опросно-статистического метода составления карт в нашей стране, а также западноевропейской методики, построенной на одном признаке – механическом составе почв;

2) выдвинул и развил идею о закономерности пространственного распределения отдельных типов почв, покрывающих поверхность суши в виде горизонтальных или широтных зон;

3) обосновал наличие вертикальной зональности или поясности в распределении почв, под которой понимают закономерное изменение одних почв другими по мере поднятия из подножья до вершины высоких гор (1896);

4) разработал основы и методы картографирования и географии почв и лично составил первую почвенную карту северного полушария;

5) исследовал почвы, растительность и геологические условия Полтавщины в 1888–1896 гг. и обосновал ряд важных выводов о закономерности генезиса почв. Отчет экспедиции под названием «Материалы по оценке земель» изложены в 16-ти томах, а собранные коллекции стали основой для организации естественноисторического музея в Полтаве. По результатам исследований ученый составил первую в мире десятиверстную карту почв на генетической основе отдельного региона – Полтавской губернии (1892), со временем ставшей составляющей первой шестидесятиверстной карты почв Украины, созданной Г.Г. Маховым в 1925 г.;

6) по его инициативе и плану в 1900 г. составлена почвенная карта Европейской части России;

7) основатель современного учения о ландшафтах, ландшафтных и сельскохозяйственных зонах природы, доказал равнозначность всех факторов, участвующих в их формировании;

8) создал блестящий план полной реконструкции сельского хозяйства Южной России, изложенный в книге «Наши степи прежде и теперь» (1892);

9) его идеи положили начало новой дисциплине – биогеохимии и геохимии (основоположником которой был В.И. Вернадский), которая имела большое значение при поиске полезных ископаемых и формировании оригинальных русских школ географов, лесоводов, мелиораторов, гидрогеологов;

10) через создание учения о генезисе и географии почв как природного тела предсказал дальнейшее развитие новой науки – экологии, где почвам отведена ведущая роль в отражении всех экологических (биогеоценотических) изменений в свойствах, процессах и состояниях развития и эволюции почв [11];

11) учение Докучаева о широтных (горизонтальных) и вертикальных «естественноисторических зонах» стала главной парадигмой отечественной научной школы по физической географии (1898). Он выделил семь мировых зон (бореальная, северная лесная, лесостепная, степная, сухих степей, аридная зона пустынь, субтропическая) [12].

Не меньший вклад В.В. Докучаева в становление сельскохозяйственного опытного дела как организации, или по Н.К. Недокучаеву: «Совокупность учреждений и мероприятий, имеющих конечной целью усовершенствование техники сельского хозяйства» [10]. На основании многолетних собственных исторических исследований систематизированы взаимодополняющие причины и события в жизни страны, генерирующее способствовавшие организационному появлению сельскохозяйственного опытного дела:

1) частная инициатива со стороны «социальных патронов» в течение XVII–XIX вв.;

2) последствия реформы 1861 г.;

3) многочисленные засухи;

4) введение французской системы образования в 1803 г. и утверждение собственной отраслевой;

5) расширение промышленного производства, особенно во второй половине XIX в.;

6) просветительская деятельность земств, созданных, начиная с 1864 г. в 33 губерниях Европейской России, а также творческих профессиональных объединений в виде обществ и проведения специализированных съездов.

Среди других факторов, формирующих седьмую основополагающую «онаучующую» первопричину:

1) деятельность церкви по введению научных подходов для нужд сельского хозяйства и образования;

2) развитие отечественной сахарной промышленности с 1800 г.;

3) развертывание комплексных на научной основе сельскохозяйственных мелиораций с 1872 г.;

4) перевод отечественного земледелия на экспорт или появление торгового земледелия;

5) интенсивное развитие библиографии сельскохозяйственной литературы, особенно в XIX в., для профессиональной образованности заинтересованных;

6) становление и развитие науки статистики, которая во второй половине XIX в. стала государственным делом.

Собственными многолетними исследованиями доказываю, что В.В. Докучаев имеет непосредственное отношение к развитию подавляющего большинства приведенных первопричин появления отраслевого опытничества в стране. Среди личных наработок В.В. Докучаева на ниве организационного появления сельскохозяйственного опытного дела нужно выделить следующие:

1) предложил первую модель организационного структурированного построения отечественного сельскохозяйственного опытного дела, которую изложил в книге «Наши степи прежде и теперь» (1892). Впоследствии доработал и выдал по этому вопросу специальную брошюру «К вопросу об организации опытных (полевых) станций в России» (1895);

2) основал первую в России и в мире учебную кафедру почвоведения при Ново-Александрійском институте сельского хозяйства и лесоводства (1894);

3) через «Докладную записку» на I сессии Сельскохозяйственного совета Министерства земледелия и государственных имуществ, а также специальную брошюру «К вопросу об открытии при Императорских русских университетах кафедр почвоведения и учения о микроорганизмах (в частности, бактериологии)» (1895) обосновал целесообразность создания кафедр почвоведения при университетах;

4) создал при Вольном экономическом обществе первую специализированную общественную организацию почвоведов – Постоянную почвенную комиссию по изучению почв страны (1888);

5) организовал Частные публичные курсы по сельскому хозяйству и основным для него наукам при Обществе распространения сельскохозяйственных знаний и умений в Санкт-Петербурге (1897);

6) по инициативе ученого основан журнал «Почвоведение» (1899);

7) вместе с А.В. Советовым в 1885 г. инициировал издание ежегодника «Материалы по изучению русских почв» – первого в стране и одного из первых в мире периодических печатных органов по вопросам почвоведения (до 1896 г. выдано 10 выпусков);

8) в рамках деятельности «Особой экспедиции по исполнению и учету различных способов и приемов лесного и водного хозяйства в степях России», которая свою деятельность начала 22 мая 1892 г. при Лесном департаменте Министерства государственных имуществ, создал первую специализированную исследовательскую сеть институций для изучения конкретной проблемы в составе трех опытных участков (станций): 1) Хреновский на водоразделе Волги и Дона в Бобринском уезде Воронежской губернии, 2) Старобельский – между Доном и Северским Донцом Харьковской губернии, 3) Великоанадольский – между Северским Донцом и Днепром в Мариупольском уезде Екатеринославской губернии;

9) в 1895 г. организовал Бюро по почвоведению при Ученом комитете Министерства земледелия и государственных имуществ;

10) основатель и руководитель уникальной, как писал академик В.И. Вернадский, «целой школы русских ученых», в состав которой вошли: Н.М. Сибирцев, К.Д. Глинка, Ф.Ю. Левинсон-Лессинг, П.А. Землячченский, П.В. Отоцкий, С.А. Захаров, В.Л. Амалицкий, П.Ф. Бараков, Г.Ф. Морозов, А.М. Краснов, В.И. Вернадский. К ним следует добавить В.К. Агафонова, М.П. Адамова, П.В. Бекетова, И.П. Выдрина, А.С. Георгиевского, Н.А. Димо, А.Р. Ферхмина и др. [13].

Неоднозначное место в этой когорте занимает профессор А.И. Набоких, которого считают основателем «украинской школы почвоведов» [14], с его учениками: В.И. Крокос, Г.Г. Махов, А.Ф. Лебедев, Н.П. Флоров и др. [15]. Не менее значимый вклад для утверждения, как говорят, «южной школы» почвоведения сделан другими учениками и последователями В.В. Докучаева – Г.М. Высоцким, Г.И. Танфильевым, Н.Н. Клепининым, А.Н. Соколовским, Д.Г. Виленским и др.

Таким образом, есть основания утверждать об особом вкладе В.В. Докучаева в создание прогрессивной школы украинских ученых, а это не только в почвоведении, но, как и в случае с Россией, в агрономии, физической географии, геоботанике, ботанической географии, геоморфологии, динамической геологии и др.

Если не брать во внимание дату 31 октября 1883 г., когда было подписано предисловие книги «Русский чернозем» [3], то 10 декабря 1883 г. – день блестящей защиты В.В. Докучаевым докторской диссертации на ее основе в Санкт-Петербургском университете, является началом сельскохозяйственного опытного дела как отрасли знаний, то официальную государственную поддержку через законодательный акт отечественное отраслевое опытничество как организация получила после выхода Указа Николая II от 28 мая 1901 г. «Положение о сельскохозяйственных опытных учреждениях» [16]. Согласно ему отечественные отраслевые исследовательские институции впервые в истории получили государственное задание по выполнению основных функций, а именно: «... производство научных и практических опытов и исследований в области агрономии и сельского хозяйства в видах изыскания наилучших приемов ведения хозяйства и распространение их среди населения, а также для изучения местных геологических и климатических условий, имеющих влияние на сельское хозяйство...», или полностью соответствовало ранее высказанному В.В. Докучаевым: «Всякое земледельческое хозяйство должно быть строго зонально... Следует... приурочить и наши севообороты, и наше скотоводство, и

наши культурные растения, и наше садоводство, плодоводство и лесоводство к зональным русским, физическим и сельскохозяйственным условиям...» [17]. Кроме того, согласно п. 4 «Положения» официально утвердилось их структурное деление: а) опытные станции; б) опытные хозяйства, поля и участки и в) показательные хозяйства и участки. Все они подчинялись через Департамент земледелия – Министерству земледелия и государственных имуществ. Согласно принятому документу комплекс исследовательских работ финансировался паритетно государством и заинтересованными.

Паритет изменился в пользу государства после принятия нового Закона от 9 июня 1912 г. «О некоторых мероприятиях по устройству и содержанию сельскохозяйственных опытных станций», согласованного Государственной Думой, Государственным Советом и Высочайшим утвержденным. Согласно новому законодательному акту на средства государственной казны было принято «... до трех четвертей единовременных и ежегодных расходов по устройству и содержанию учреждаемых отдельными губернскими земствами или земствами смежных губерний, а равно сельскохозяйственными обществами и иными общественными учреждениями, сельскохозяйственными опытными станциями...». Наконец, до событий 1917 г. в стране была отработана организационная структура ведения отраслевого опытничества: 1) районные или центральные опытные станции; 2) местные или внутрирайонные опытные станции; 3) опытные поля; 4) опытные участки и 5) коллективные опыты. С 1912 г. их деятельность начали координировать областные сельскохозяйственные опытные станции. Кроме того, существовала и сеть разнотипных учреждений специального направления. По данным В.В. Винера, например, на 1912 г. их насчитывалось 20 типов, а по ведомственной принадлежности они делились на 9 групп [18].

По состоянию на 1912 г. общее количество всех типов и видов отраслевых опытных институций официально достигло 110 [18] и неуклонно росло. В 1913 г. их численность составляла 264 [19], а в 1917 г., по разным данным, насчитывала 391 исследовательское учреждение [20]. Позитивное влияние их деятельности было очевидным, потому довольно быстро государство, отставая в начале XIX в. почти на три столетия от ведущих стран Европы, в 1913 г. вошло в пятерку главнейших стран мира по экспорту не только производимой сельским хозяйством продукции в качестве сырья, но и продуктов его переработки. По этому поводу хочу привести только одну цифру. Средний уровень урожайности озимой пшеницы на 1883 г. в Полтавской губернии был 7,2 ц/га, а в 1913 г. достиг 13,0 ц/га. К тому же в некоторых крупных хозяйствах частных землевладельцев он составлял даже 15,2 ц/га [21].

Сегодня практически не вспоминают, что первый проект структурирования отечественного отраслевого опытничества также принадлежал В.В. Докучаеву, который он изложил в не менее выдающейся работе – «Наши степи прежде и теперь» [22], что вышла в 1892 г. в Санкт-Петербурге. Она получила высокую оценку особо не многочисленной в то время когорты отраслевых исследователей, которая, только формируясь, во многом считала докучаевские «Русский чернозем» и «Наши степи прежде и теперь» своей «Библией» относительно собственных деяний и помыслов на благо Отечества. Если первая из них помогала понять, что представляет собой почва как продукт ее взаимодействия с воздухом, растениями или живым веществом для поиска путей

повышения продуктивности полей с учетом зональных климатических особенностей, то вторая в заключительной части позволяла системно или организационно построить вертикаль соответствующих научно-образовательных учреждений для выполнения поставленных задач. Кроме того, на страницах последнего труда В.В. Докучаев полемизировал с влиятельным государственным чиновником и не менее известным ученым А.С. Ермоловым, который, еще до того как стать первым министром земледелия в 1894 г., работал товарищем (заместителем) министра финансов и возглавлял специальную комиссию по изучению различных возможностей отечественного сельского хозяйства, результаты которых затем обобщил в своем труде «Неурожай и народное бедствие» [23]. Алексей Сергеевич позволил себе высказаться, что отечественная наука «...слишком далеко стоит от потребностей жизни и игнорирует насущные ее запросы...». На что В.В. Докучаев ответил: «...люди науки представляли кому следует, десятки проектов и ходатайств об исследовании русских окраин, об изучении отдельных физико-географических районов России, об исследовании оврагов и рек, об устройстве Почвенного института, об организации борьбы с вредными животными, об осушке болот, об орошении, об упорядочении водного хозяйства на юге России и пр.; – проекты, иногда апробированные съездами и поддержанные целыми обществами; но, если не всегда, то в огромном большинстве случаев получали на это приблизительно такие ответы: «... Нет средств, есть более важные потребности, – у нас этот вопрос уже намечен, – Россия велика, всего не исследуешь, – ваша работа протянется десятки лет, бог знает, что из нее получится и пр. Все это А.С. Ермолов прекрасно сам знает».

Сказанное доказывает, что В.В. Докучаев четко осознавал, что без государственной бюджетной поддержки невозможно ни одно начинание в подъеме как отечественного сельского хозяйства вообще и тем более в вопросах организации его научного обеспечения. Только тогда последнее станет действенным или сельскохозяйственным опытным делом, если за всем этим будет стоять государственный заказ с финансированием и соответствующими методиками. По мнению В.В. Докучаева, другого пути не существует, если «...желают поставить русское сельское хозяйство на твердые ноги, на торный путь и лишить его характера азартной биржевой игры; если желают, чтобы оно было приноровлено к местным физико-географическим (равно как историческим и экономическим) условиям страны и на них бы зиждилось (а без этого оно навсегда останется биржевой игрой, хотя бы годами и очень выгодной)...».

На основании сделанного основного вывода он предложил собственную трехциклическую взаимодополняющую модель организации отраслевого опытничества. Первый цикл доказывал необходимость создания трех исключительно научных институтов или «... Комитетов – Почвенного, Метеорологического и Биологического (изучение растений и животных)». Таким образом, ученый первым в стране обосновал институционализацию ведения сельскохозяйственного опытного дела как организации, выдвинув главную ее задачу: «... строго научное исследование важнейших естественноисторических основ русского сельского хозяйства», то есть то, о чем мы сегодня говорим как о теории и методологии.

Для отработки или адаптации достижений первого цикла учреждений применительно к местным условиям ученый предложил «... различного рода

опытные станции, как научно-практические, так и чисто практические, – как правительственных (примерно в пяти главнейших физико-географических районах России), так и земских, – сельскохозяйственных провинциальных обществ, и – даже частных лиц, по губерниям, уездам и отдельных имениям». Относительно специализации их научной деятельности, то на первое место В.В. Докучаев поставил общее земледелие и зоотехнику, а по отдельным направлениям – льноводство, плодоводство, виноделие, шелководство, рыбоводство, пчеловодство и др. Главной задачей для исследовательских станций становилось «... применение (иначе, испытание) добытых наукой положений и истин к жизни и выработке тех приемов, благодаря которым таковое применение будет наиболее выгодным как для государства, так и частных владельцев». Таким образом, за В.В. Докучаевым, деятельность и тем более создание любой опытной станции должно быть обязательно приспособленными к физико-географическим и сельскохозяйственно-экономическим условиям региона.

Однако ученый и не менее известный педагог и организатор образовательного процесса в стране хорошо осознавал, что успешность деятельности обоих предложенных типов учреждений невозможна без «... хорошо подготовленных проводников (а частью деятелей в комитетах и на станциях) добытых истин в жизнь...», если не будет «... специалистов – агрономов, которые одни, соединяя в себе результаты науки и указание опыта, будут иметь возможность и охоту привить упомянутые результаты к жизни и облечь отвлеченные истины в плоть и кровь». Для этого В.В. Докучаев предложил третий цикл учреждений, а именно: для подготовки агрономов-техников через высшие учебно-агрономические институты по трем зонам страны: 1) нечерноземной, 2) черноземной и 3) западной.

Среди обязательных условий плодотворной деятельности всех трех циклов учреждений В.В. Докучаев считал «...возможно полное разделение и разграничение их функций...», добавляя при этом, что «... не выдержанность данного принципа, – смешивание ученых, учебных и опытных (если можно так выразиться) задач по отношению к сельскому хозяйству и слитии их в одном каком-либо органе всегда служило у нас главнейшим тормозом развития агрономической науки и правильного движения вперед русского сельского хозяйства». Таким образом, он категорически выступил против любой координирующей надстройки предложенной трициклической организационной модели отраслевого опытничества.

При обосновании и рассмотрении всех составляющих своей организационной модели В.В. Докучаев предостерегал, что для ее внедрения не следует экономить государственные средства, потому что они «... ничто по сравнению с теми десятками, а иногда... и сотнями миллионов, которые теряет наше отечество при крупных недородах». Среди прочего ученый предлагал также широко использовать государственный кредит для создания образцовых хозяйств для нужд четко определенных сельскохозяйственных районов. Кроме того, он предостерегал, что «... никакая наука, никакая техника не могут пособить больному, если последний не желает лечиться».

Завершая обоснование всех преимуществ предложенного подхода повышения производительности отечественного сельского хозяйства после опустошительной засухи 1891 г., В.В. Докучаев высказал последнее свое

пожелание: «... если действительно хотят поднять русское земледелие, – еще мало одной науки и техники, еще мало одних жертв государства; для этого необходимы – добрая воля, просвещенный взгляд на дело и любовь к земле самих землевладельцев, а этому горю может пособить лишь одна школа – школа низшая, школа средняя и школа высшая, университетская», или, разумеется, – общая профессиональная образованность всех тех, кто им занимается.

Следует сказать, что В.В. Докучаев не только теоретически обосновал систему организационного построения отечественного отраслевого опытничества, но и разработал и воплотил в жизнь координирующее выполнение конкретной научной задачи через специальную сеть институций, созданных 22 мая 1892 г. на трех участках через «Особую экспедицию по испытанию и учету различных способов и приемов лесного и водного хозяйства в степях России» [24]. По итогам проведенных пятилетних исследований были залеснены не только более 200 десятин лесных полос, но и отработаны научно-теоретические параметры оптимального соотношения между лесами, полями, лугами и другими угодьями [25], или, как сегодня говорят, ландшафтный подход. Со временем это во многом позволило В.В. Докучаеву и А.А. Измаильскому не только установить особенности водного режима блюдец и понять их место в распределении влаги в почве, но и, главное – отработать теоретико-практические основы ведения степного или сухого земледелия как одного из крупнейших достижений отечественного отраслевого опытничества до событий 1917 г. как отрасли знаний [26]. По мнению отдельных историков аграрной науки, впоследствии его «перереформатировали» американские коллеги уже как собственную разработку.

Подытоживая, следует признать, что предложенная В.В. Докучаевым, творцом сельскохозяйственного опытного дела как отрасли знаний, трициклическая модель его организационного построения стала первой по институциональному структурированию в стране. Вобрав все лучшее из аналогичных наработок ведущих стран мира, модель имела национальный колорит по взаимодополняющему функционированию отраслевого образования для нужд науки, а не наоборот, как, например, в США в соответствии с законом Хетча 1887 г. с дополнениями Адамса в 1907 г. Не случайно лучшие отечественные историки отраслевого опытничества утверждали, что оно «... развивалось самобытным путем...» благодаря «... оригинальной постановке при решении важнейших теоретических и практических вопросов» по А.А. Вербину [27] с дополнениями Б.К. Енкена: «Отечественные отраслевые научные учреждения по своей идее и наполнению являются продуктом национального творчества и имеют оригинальный русский отпечаток» [28].

Следует также отметить, что высказанные В.В. Докучаевым принципы организационного построения отраслевого опытничества, которое на основании собственных многолетних исследований, в Украине условно прошло пять периодов, не потеряли актуальности через сто двадцать лет для нынешних реалий поиска адаптивного существования отраслевой академической науки, но и в общих подходах реализованы в «Концепции реформирования и развития аграрного образования и науки» для независимой Украины, утвержденной Распоряжением Кабинета Министров Украины № 879-р от 6 апреля 2011 г.

Относительно России, то после того, как проекты В.В. Докучаева, а потом еще и В.Г. Ротмистрова (1895) в разработанном авторском варианте были отклонены, в действие вступил другой – П.А. Костычева и В.В. Винера – об

областном построении сельскохозяйственного опытного дела с соответствующей сетью, которая постоянно совершенствовалась в соответствии с правительственными и законодательными решениями. Для ее координации во времена РСФСР реализовалась идея А.С. Ермолова о создании 2 мая 1923 г. центрального агрономического института – Государственного института опытной агрономии. Однако, как в РСФСР, так и УССР в конце 20-х годов прошлого века после периода краевой организации опытничества началась широкая институционализация главных его направлений, первым идею которой вместе с принципами в деятельности обосновал именно В.В. Докучаев. Сегодня они продолжают базироваться на тех же главнейших подходах, несмотря на то, что, в период их разработки, 85 % населения страны занималось сельским хозяйством, а теперь – только 26 %.

В свою очередь ученик В.В. Докучаева – В.И. Вернадский, хорошо осведомленный относительно видений учителя по организации ведения сельскохозяйственного опытного дела, в годы первых надежд государственности Украины предложил в некоторой степени похожие общие принципы ее существования с обязательной четвертой дополнительной составляющей – наличием единого координирующего органа в виде отраслевой Академии [29]. Замысел реализовался созданием в 1929 г. ВАСХНИЛ, а в 1931 г. – ВУАСХН и остается действенным в настоящее время как в Украине, так и в России с некоторыми недавними изменениями согласно Федеральному Закону от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (ст. 18, п. 2).

Таким образом, появление сельскохозяйственного опытного дела как явления приравниваю к одному из выдающихся достижений мирового масштаба отечественной науки или культурно-просветительской среды, существовавшей в рамках совместного Отечества на современных украинских землях до событий 1917 г.

Учитывая выдающееся значение творческого вклада профессора В.В. Докучаева ради будущего человечества, убежден, что его 170-летний юбилей, который приходится на 2016 год, заслуживает празднования в пределах официальных мероприятий Межпарламентской Ассамблеи стран-участников СНГ. Приятно, что нашу инициативу с перечнем соответствующих мероприятий по этому поводу поддержало руководство Верховной Рады Украины, направив представление в штаб-квартиру этой организации в г. Санкт-Петербурге. Среди них хотел бы выделить второй, а именно: проведение международных конференций, посвященных: а) 130-летию появления сельскохозяйственного опытного дела как организации и б) 120-летию создания первой учебной кафедры почвоведения в мире в 2014 г. Он совпадает со 130-летием Полтавской опытной станции им. Н.И. Вавилова и 120-летием кафедры почвоведения Харьковского национального аграрного университета им. В.В. Докучаева и предлагается провести в Украине.

Надеемся, что Ассамблея утвердит и предложенные нами остальные мероприятия по достойному празднованию этого события на межгосударственном уровне, так как имеем все основания приравнять В.В. Докучаева за сделанное к выдающемуся русскому реформатору П.А. Столыпину, но только в вопросах организации научного обеспечения

отечественного сельского хозяйства.

О В.В. Докучаеве, его биографии, научной и общественной деятельности написано немало работ различного характера. Но, на наш взгляд, если не учитывать раздела 2 уникального издания И.В. Иванова «История отечественного почвоведения: развитие идей, дифференциация, институционализация» (2003) [30], лучшим или эталонным следует считать научное издание С.В. Зонна, датированное 1991 г., в серии АН СССР «Научно-библиографическая литература» под редакцией академика Е.М. Мишустина [31].

Завершить хотелось бы высказыванием Сергея Владимировича, которое полностью отвечает главной сути, почему мы отмечаем 130-летие выхода книги В.В. Докучаева «Русский чернозем»: «В.В. Докучаев навсегда останется яркой звездой в плеяде великих русских естествоиспытателей конца XIX – начала XX в.: Менделеев, Тимирязев, Вернадский и многие другие» [31, с. 200]. По-другому и не могло быть, в случае с типичным интеллигентом, демократом-шестидесятником XIX в. с его девизами: «Посев научный взойдет для жатвы народной», «Задачи науки – предвидение, конечная цель – польза» и «Работать для науки, писать для народа». Кажется, что для нас, всех присутствующих в зале, если мы по-настоящему болеем за будущее науки как составляющей культуры нации, эти принципы основателя сельскохозяйственного опытного дела должны стать основой всех действий для дальнейшего развития и процветания, несмотря ни на какие реформации, оптимизации и т.п. Сам В.В. Докучаев еще в 1881 г. пророчески утверждал, что «благодать» наступит «... только тогда, когда в нашей сельскохозяйственной сфере произойдет реформа более глубокая, охватывающая весь строй ее, когда... наше сельскохозяйственное дело будет организовано на более правильных сельскохозяйственных и экономических началах знания, капитала и труда» [32]. Наконец, окончательно неизвестно, когда было труднее: когда В.В. Докучаев все создавал, или сегодня, когда мы впервые в истории нашего общества, не через юбилей отдельной институции или отраслевой академии, официально отдаем должное ее творцу и делу, которое он для всех нас ввел в виде генетического почвоведения и сельскохозяйственного опытного дела как отрасли знаний.

Список использованной литературы

1. Вергунов В. А. Сільськогосподарська дослідна справа в Україні від зародження до академічного існування: організаційний аспект / В. А. Вергунов ; ННЦГБ НААН. – К. : Аграр. наука, 2012 – С. 228. – (Іст.-бібліогр. сер. «Аграрна наука України в особах, документах, бібліографії» ; кн. 68).
2. Толковый словарь живого великорусского языка: [в 4 ч.] / В. И. Даль ; О-во любителей российской словесности, учрежденном при Императорском Московском ун-те. – М. : Тип. А. Семина, 1863. – Ч. 1: А – З. – С. 4.
3. Докучаев В. В. Русский чернозем / В. В. Докучаев. – СПб.: Изд-во Вольного экономического общества, 1883. – 376 с.
4. Агрономия // Словарь современного русского литературного языка / АН СССР, Ин-т рус.яз. – М. : Л. : Изд-во АН СССР, 1950. – Т. 1 (А – В). – С. 48.
5. Вернадский В. И. Из истории идей // Вернадский В. И. Труды по всеобщей истории науки / В. И. Вернадский. – 2-е изд. – М. : Наука, 1988. – С. 2.
6. Речь И.А. Стебута // Труды 1-го съезда деятелей по сельскохозяйственному опытному делу в С.-Петербурге с 13 по 19 декабря 1901 г. – СПб. : Тип. В. Киришбаума, 1902. – Ч. 1: Протоколы заседаний съезда. – С. 11.
7. Пшеничный Н.И. Сельскохозяйственное опытное дело в России и на Украине от его зарождения до Великой Октябрьской социалистической революции : автореф. дис. д-ра с.-х наук / Н. И. Пшеничный. – 1964. – С. 12.
8. Александрова Л. М. Ґрунтознавство / Л. М. Александрова, І. М. Антипов-Каратаєв, І. Ф. Гаркуша та ін. ; за ред. К. П. Горшеніна. – К. : Держвидав. с.-г. літ-ри УРСР, 1960. – С. 13.

9. *Отоцкий П. В.* Литература по русскому почвоведению с 1765 по 1896 г. / П. В. Отоцкий. – СПб. : Изд. Императ. Волн. Экон. Об-ва, 1898. – 159 с.
10. *Недокучаев Н. К.* Опытное дело в полеводстве. Теория и практика: курс лекций / Н. К. Недокучаев. – М. : Госиздат, 1929. – С. 13.
11. *Зонн С. В.* Василий Васильевич Докучаев (1846–1903) / С. В. Зонн. – М. : Наука, 1991. – С. 4.
12. *Губарев В. К. В.* Докучаев // Історія України : універсальний довідник / В. К. Губарев. – Донецьк : ТОВ ВКФ «БАО», 2008. – с. 228–229.
13. *Вергунов В. А.* В. В. Докучаев і становлення вітчизняної сільськогосподарської дослідної справи як галузі знань та організації (до 130-річчя виходу книги «Російський чорнозем»): наук. доп. / В. А. Вергунов ; НААН, ННСГБ. – К. : ФОП Корзун Д.Ю., 2013. – 36 с.
14. *Професор Набоких Олександр Гнатович (1874–1920) : біобібліогр. покажч. наук.пр. за 1896–1917 рр.* / НААН, ННСГБ ; уклад. і наук. ред. В.А. Вергунов. – Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2013. – 122 с.
15. *Вергунов В. А.* Українське ґрунтознавство та його київська школа – міф чи реальність у часовому вимірі / В. А. Вергунов // Агрохімія і ґрунтознавство : міжвід. темат. наук. зб. / УААН, Нац. наук. центр «Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського». – Х., 2006. – Спец. вип. до VII з'їзду УТГА, Київ, лип. 2006 г., кн. 2 : Ґрунти – основа добробуту держави, турбота кожного. – С. 21–24.
16. *Положение о сельскохозяйственных опытных учреждениях* // Известия Министерства земледелия и государственных имуществ. – 1901. – № 29 (22 июня). – С. 546–547.
17. *Докучаев В. В.* Избранные сочинения / В. В. Докучаев. – М. : Сельхозизд, 1954. – С. 359–360.
18. *Винер В.* Сельскохозяйственные опытные учреждения / В. Винер // Полная энциклопедия русского сельского хозяйства и соприкасающихся с ним наук. – СПб. : Изд. А. Ф. Девриска, 1912. – Доп. т. (XII-й) (Автомобили в сельском хозяйстве – яблочное вино и водка). – С. 1178–1189.
19. *Вергунов В. А.* Обласна організація вітчизняної сільськогосподарської дослідної справи: еволюція теорії та практики / В. А. Вергунов // Питання історії науки і техніки. – 2007. – № 2. – С. 40–48.
20. *Елина О. Ю.* От царских садов до советских полей: история сельскохозяйственных опытных учреждений XVIII – 20-е годы XX в.: в 2 т. / О. Ю. Елина. – Т. 2. – С. 278–352.
21. *Коваленко Н. П.* Історичний досвід реформування галузі землеробства Полтавщини (на прикладі реформи 1861 року): автореф. дис. на здоб наук.ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.01 «Загальне землеробство» / Н. П. Коваленко ; Ін-т землеробства УААН. – К., 1997. – 16 с.
22. *Докучаев В. В.* Наши степи прежде и теперь / В. В. Докучаев. – М. : Госиздат сельхозлитературы, 1953. – 150 с.
23. *Ермолов А. С.* Неурожай и народное бедствие / А. С. Ермолов. – СПб. : Тип. В. Киршбаума, 1892. – 270 с.
24. *Особая экспедиция лесного департамента по исполнению и учету различных способов и приемов лесного и водного хозяйства в степях России. Предварительный отчет о деятельности экспедиции, с июня по ноябрь 1892 года, и общий проект опытных работ ее* // Сельское хозяйство и лесоводство. – СПб., 1893. – Ч. CLXXII (январь). – С. 30 (Библиография).
25. *Зятков Л. Л.* Малоизвестные страницы из истории работ Особой Экспедиции В.В. Докучаева на землях Донецкого бассейна (к 120-летию Докучаевской Особой Экспедиции) / Зятков Л. Л., Петренко А. Е. // Історичні записки : наук.вид. – Луганськ : СНУ ім. В. Даля. – 2012. – Вип. 34. – С. 53–55.
26. *Вергунов В. А.* 130 років сільськогосподарській дослідній справі в Україні як галузі знань / В. А. Вергунов // Вісімнадцята Всеукраїнська наукова конференція молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів, присвячена 150-річчю ювілею В.І. Вернадського, 26 квітня 2013 р. – К., 2013. – С. 34–41.
27. *Вербин А. А.* Очерки по развитию отечественной агрономии: введение в агрономию / А. А. Вербин. – М. : Сов.наука, 1958. – С. 2.
28. *Енкен Б. К.* Развитие опытного дела в России и его современное положение: (докл. помощ. директора Харьковской областной с.-х. селекционной станции) / Б. К. Енкен; Полтавское о-во сел.хоз-ва. – Полтава, 1912. – С. 1
29. *Вергунов В. А.* Діяльність В.І.Вернадського зі становлення й розвитку вітчизняної сільськогосподарської дослідної справи як галузі знань та організації (до 150-річчя від дня народження В. І. Вернадського): наук. доп. / В. А. Вергунов ; НААН, ННСГБ. – К. : ФОП Корзун Д. Ю., 2013. – 20 с.
30. *Иванов И. В.* История отечественного почвоведения: развитие идей, дифференциация, институционализация / И. В. Иванов; Ин-т физико-химических и биологических проблем почвоведения. Докучаевское общество почвоведов. – М. : Наука, 2003. – Кн. 1.: 1870–1947 гг. – 397 с.
31. *Зонн С. В.* Василий Васильевич Докучаев (1846–1903) / С. В. Зонн. – М. : Наука, 1991. – 221 с.
32. *Докучаев В. В.* Какие общие меры могли бы способствовать поднятию крайне низкого уровня почвоведения в России : сообщ. общ.собр. ВЭО 27 марта 1880 г. / В. В. Докучаев // Труды Вольного Экономического Общества. – 1881. – Т. 1, вып. 1. – С. 26–28.

Статья поступила в редколлегию 25.12.2013

V. DOKUCHAEV AND FORMATION OF THE NATIONAL AGRICULTURAL EXPERIMENTAL WORK, LIKE A FIELD OF KNOWLEDGE AND ORGANIZATION

V.A. Vergunov

National Scientific Agricultural Library of NAAS

Geroev Oborony, Str., 10, Kyiv City, Ukraine
(nnsqb@ukr.net)

With a method of historical and scientific analysis are conceptually solved prerequisites of agricultural experimental work appearance as a field of knowledge and organization, as well as part of Nature History and culture of every nation of the world in the context of the creative heritage of the founder of the morphological and genetic soil science - professor V.V. Dokuchaev (1846 - 1903) after the publication of his book "Russian Chernozem" in 1883.

Key words: *agricultural experimental work, soil science, V. Dokuchaev, "Russian Chernozem", agriculture.*

УДК 378.124:631.4 (477.54)

ДОКУЧАЄВСЬКИЙ КАФЕДРІ ҐРУНТОЗНАВСТВА 120 РОКІВ

Д. Г. Тихоненко, В. В. Дегтярьов

Харківський національний аграрний університет імені В. В. Докучаєва

(dvv4013@yandex.ru)

Кафедру ґрунтознавства Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва було створено 5 січня 1894 р. за ініціативи і за безпосереднього керівництва засновника науки про ґрунт В. В. Докучаєва у Ново-Олександрійському (нині м. Пулави, Польща) Інституті сільського господарства і лісівництва.

**Ново-Олександрійський
інститут сільського
господарства і лісівництва,
м. Пулави, Польща**

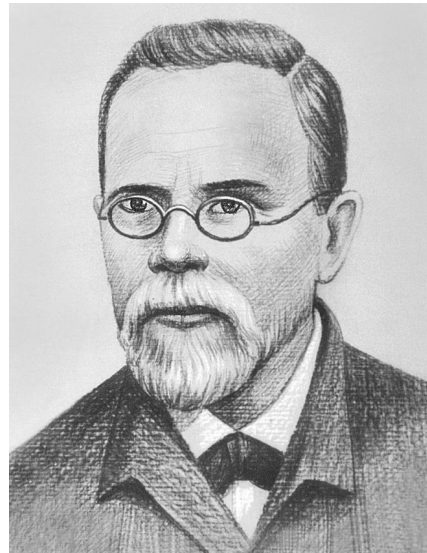


**В. В. Докучаєв
(1846-1903)**

Це була перша кафедра ґрунтознавства не тільки у царській Росії, до складу якої входили Україна і Польща, але й у світі. Аналізуючи 120-річну історію кафедри, слід зауважити, що головним напрямом, серцевиною її діяльності було і є розумне поєднання навчальної і науково-дослідної роботи з виробництвом. На всіх етапах складної історії кафедра була носієм передових (часто абсолютно нових) напрямів у розвитку ґрунтознавства. Цю традицію започаткували видатний учений, засновник науки про ґрунт В. В. Докучаєв та його талановитий учень і споборник, перший завідувач професор М. М. Сибірцев (1894–1899). Перша у світі класифікація ґрунтів на генетичних принципах (класифікація Докучаєва–Сибірцева), перший у світі підручник «Почвоведение» та інші ґрунтово-

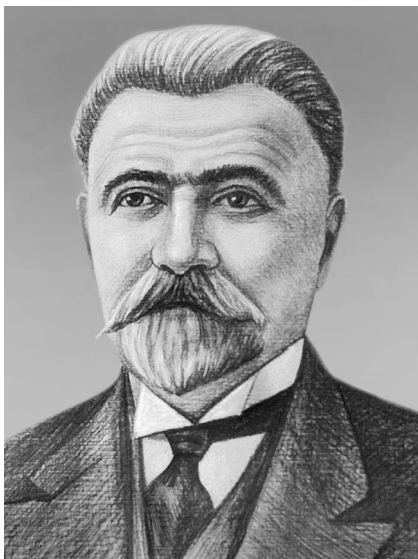
картографічні і земельно-оціювальні роботи залишили добру пам'ять про М. М. Сибірцева, який передчасно помер від тяжкої хвороби.

Становлення науки про ґрунт тривало довгі роки. В її основу було покладено проголошені В. В. Докучаєвим генетичну й еволюційну ідеї про те, що ґрунт, по-перше, — це самостійне природне тіло; по-друге, природно-історичне тіло; по-третє, — функція природного середовища (антропогенез був доповнений після В. В. Докучаєва). Ця докучаєвська тріада обумовлює розвиток ґрунтоутворного процесу, велику різноманітність ґрунтів світу, їх родючість. Теорія ґрунтоутворення, генетична класифікація ґрунтів, поняття про «тип» ґрунту, польова (морфологічна) діагностика і методи ґрунтової картографії, зональність ґрунтового покриву, карти ґрунтів європейської частини Росії, бонітування земель — усе це вперше було розроблено В. В. Докучаєвим і тепер використовується ґрунтознавцями різних країн світу.



**М. М. Сибірцев
(1860-1900)**

У 1899–1911 рр. кафедру ґрунтознавства Ново-Олександрійського інституту сільського і лісового господарства очолював відомий ґрунтознавець академік К. Д. Глінка, який з 1894 р. завідував кафедрою мінералогії і геології, а з 1899 р. — одночасно і кафедрою ґрунтознавства. Він керував дослідженнями генези, географії та класифікації ґрунтів у період століпінських реформ 1906 – 1912 рр. (експедиції Переселенського товариства), які охопили близько 3 млн км² території Сибіру і Середньої Азії. Зібрані матеріали стали основою для видання згодом разом з академіком Л. І. Прасоловим оглядової карти ґрунтів азіатської частини СРСР.



**К. Д. Глінка
(1867-1927)**

К. Д. Глінка видав підручник із ґрунтознавства, який витримав шість видань, у тому числі й англійською мовою. Він розробив нову генетичну класифікацію ґрунтів світу і вперше обґрунтував п'ять типів ґрунтоутворення (підзолистий, болотний, степовий, солонцюватий, латеритний), які утворюють 25 типів ґрунтів; він перший у ґрунтознавстві звернув увагу (1911 р.) на розвиток профілю деяких ґрунтів шляхом знемулювання верхніх горизонтів. Цей процес згодом (1956 р.) Ф. Дюшофур назвав «лесиважем» (lessive).

К. Д. Глінка був обраний (1927 р.) дійсним членом АН СРСР (він перший академік-ґрунтознавець), а також першим (за часом) президентом Міжнародного товариства ґрунтознавців світу (МТГ), що підтвердило високий світовий авторитет ученого — послідовника

В.В. Докучаєва і тодішнього радянського ґрунтознавства в цілому.



**Головний корпус інституту 1919–1940 рр.,
вулиця Мироносицька. 92**

М. М. Сибірцевим і К. Д. Глінкою, та дослідження з розділу «Мінералогія ґрунтів», вивчення підзолистого процесу ґрунто-утворення і територіальних ґрунтових обстежень у межах Алтаю і Томської губернії, а С. М. Муравлянський досліджував питання характеристики твердої фази ґрунтів (гранулометричний склад, фізико-механічні властивості).

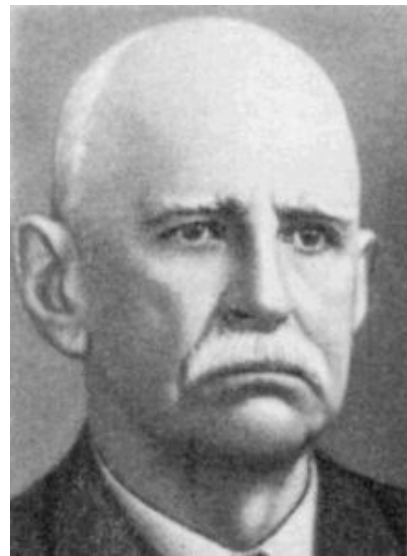
З початком Першої світової війни (1914) Ново-Олександрійський інститут сільського господарства і лісівництва було переведено до м. Харкова. Постановою Раднаркому УРСР від 26 березня 1921 р. інститут перейменовано на Харківський інститут сільського господарства і лісівництва, який розташувався в декількох приміщеннях міста. Кафедру ґрунтознавства було розміщено у приміщенні на вул. Дзержинського (нині Мироносицька), 92.

Розпочався харківський етап історії кафедри ґрунтознавства. В. П. Смірнов-Логінов залишив кафедру у зв'язку з обранням його деканом сільськогосподарського факультету Тифліського політехнічного інституту, а згодом став завідувачем кафедри ґрунтознавства Тбіліського сільськогосподарського інституту, який було організовано на базі названого факультету.

Виконання обов'язків завідувача кафедри ґрунтознавства Харківського інституту сільського і лісового господарства було доручено С. М. Муравлянському, який на той час став професором.

З 1924 р. історія кафедри пов'язана з ім'ям академіка Олексія Никаноровича Соколовського — видатного вченого-ґрунтознавця, першого президента академії аграрних наук України, академіка АН УРСР і ВАСГНІЛ, ректора Харківського сільськогосподарського інституту імені В.В. Докучаєва (1944–1959), визначного організатора сільськогосподарської науки і виробництва. Він очолював кафедру ґрунтознавства з 1924 до 1959 рр. Але цьому етапу історії кафедри передувала доленосна ідея розвитку генетичного (докучаєвського) ґрунтознавства на теренах України, коли почала формуватися українська школа ґрунтознавства. Це особлива тема досліджень, яку висвітлено у наукових працях В. А. Вергунова, Г. С. Гриня, О. М. Грінченка, В. І. Канівця, Д. Г. Тихоненка.

Після залишення посади К. Д. Глінкою в 1911 р., завідування кафедрою перешло до його асистента, згодом (1912 р.) ад'юнкт-професора В. П. Смірнова-Логінова, який запросив випускника Варшавського університету С. М. Муравлянського асистентом кафедри. В. П. Смірнов-Логінов продовжив викладання курсу лекцій з ґрунтознавства, розпочав



**О. Н. Соколовський
(1884-1959)**

Необхідно зазначити, що для зародження потужної школи ґрунтознавства в Україні особливу роль у кінці XIX і початку XX ст. відіграли вчені-педагоги Петровської землеробської академії, особливо В. Р. Вільямс і Д. М. Прянишников, а також Санкт-Петербурзького університету (К. К. Гедройц) і Ново-Олександрійського інституту сільського і лісового господарства на чолі з професором В. В. Докучаєвим, який організував другу експедицію (1888–1894) з вивчення земель території тодішньої Росії у Полтавській губернії (перша нижньгородська експедиція). За результатами експедиційних досліджень було проведено не тільки вивчення земель цієї території України і виконано земельно-оцінювальні роботи, але й опубліковано книгу В. В. Докучаєва «Русский чернозем» (1883), покладено початок зародження нової науки про ґрунт — ґрунтознавства і відкрито кафедру ґрунтознавства (1894 р.).

Докучаєвський етап у розвитку ґрунтознавства (В. В. Докучаєв, М. М. Сибірцев, К. Д. Глінка та ін.) змінився на теренах України у другій половині 20-х рр. XX ст. «набоківським».

О. І. Набоків (1874–1920 рр.) – учень і опонент В. В. Докучаєва, вихованець Ново-Олександрійського інституту сільського господарства і лісівництва, працював у Новоросійському (Одеському) університеті, засновник глибокопрофільного ґрунтознавства. У теперішньому Одеському аграрному університеті є єдиний у світі музей ґрунтів з чотириметровими і глибше монолітами ґрунтів, відібраними О. І. Набокім. Учений вів експедиційні дослідження ґрунтів Харківської, Херсонської, Подільської губерній, вивчав ґрунти інших територій (Волинь, Кубань, Молдова, Грузія, Батумі тощо). Він досліджував розвиток різних ґрунтів, класифікаційну проблематику, природно-ландшафтні комплекси, походження лесів тощо.



Г. Г. Махов
(1886-1952)

Школу ґрунтознавців О. І. Набокім продовжили Г. Г. Махов (генеза, діагностика, класифікація, картографування, агроінвентаризація ґрунтів), В. І. Крокос (засновник палеопедології), А. Ф. Лебедев («Почвенные и грунтовые еводы», водно-фізичні характеристики ґрунтів тощо).

Розвиток ґрунтознавства в Україні у 20-ті рр. XX ст. пов'язаний з Г. Г. Маховим, детальний життєвий шлях якого висвітлив професор В. А. Вергунов. Г. Г. Махов — голова секції ґрунтознавства СГНК України (1920–1927 рр.), організатор першого з'їзду ґрунтознавців України (15 – 21 квітня 1923 р.), учасник першої сільськогосподарської виставки у м. Москві (19–21 жовтня 1923 р.), де демонструвалися відібрані Г. Г. Маховим зразки ґрунтів дослідних станцій України і складена ним карта ґрунтів України у масштабі 60 верст в англійському дюймі, а також

колекція ґрунтів України, експонати для якої були зібрані Г. Г. Маховим та Д. Г. Віленським. Цю колекцію ґрунтів було також представлено на Першому міжнародному конгресі ґрунтознавців у м. Вашингтоні (1924 р.). Разом із секцією ґрунтознавства України, яку він очолював, Г. Г. Махов переїхав із Києва у Харків (11.02.1924 р.), і з 15.03.1924 до 28.10.1924 рр. виконував обов'язки завідувача кафедри ґрунтознавства Харківського інституту сільського господарства імені

Х. Раковського (нині Харківський НАУ імені В. В. Докучаєва).

У 1924 р. професором науково-дослідної кафедри ґрунтознавства ХСГІ було обрано О. Н. Соколовського – учня академіків В. Р. Вільямса і Д. М. Прянишникова.

Кафедра ґрунтознавства, яку очолював професор Г. Г. Махов, займалася навчально-методичною, а кафедра професора О. Н. Соколовського — науково-дослідною роботами. Згодом було створено єдину кафедру ґрунтознавства, завідувачем якої став професор О. Н. Соколовський. На кафедрі, крім О. Н. Соколовського, працювали професори Г. Г. Махов, Д. Г. Віленський (пізніше професор Московського державного університету імені М. В. Ломоносова, який видав у 1956 р. оригінальний підручник «Почвоведение») і Є. М. Лавренко (геоботанік, пізніше академік АН СРСР).

Г. Г. Махов організував ряд експедицій по Україні, у результаті яких створено карту ґрунтів України М 1 : 1000000, а також монографію-підручник «ґрунти України» (1930), який надав друге дихання докучаєвським методам дослідження ґрунтів (морфологічні ознаки як діагностичний метод розпізнавання ґрунтів у природі та зв'язок ґрунтового покриву з елементами фізико-географічних умов ґрунтоутворення, особливо з рослинним світом), програма агроінвентаризації земель.

Становлення і розвиток кафедри ґрунтознавства, починаючи з другої половини 20-х рр. ХХ ст., тісно пов'язані з ім'ям академіка О. Н. Соколовського, який майже 35 років очолював кафедру. Це під його керівництвом створено наукову школу з агроґрунтознавства, яка отримала назви: «Наукова школа академіка Соколовського», потім «Харківська школа ґрунтознавців», «Українська школа ґрунтознавців».

Наукова тематика, якою керував О. Н. Соколовський, охоплювала такі важливі і тепер, концептуальні питання ґрунтознавства: теорія походження легкорозчинних солей у ґрунтах (О. Н. Соколовський, Г. С. Гринь, А. Ф. Яровенко); галогенез лесової товщі України (Г. С. Гринь); розвиток змитих ґрунтів (С. С. Соболев); учення про активний і пасивний мул, гумус; колоїдно-хімічна технологія ґрунтів (О. Н. Соколовський, М. К. Крупський, Н. Б. Вернандер, М. І. Лактіонов, О. Я. Демідієнко); парадокс Соколовського – адсорбтивна не насиченість лесів на Ca^{2+} (О. Н. Соколовський) і кристалообмінний водень (Н. В. Дубовська); колоїдно-хімічні дослідження гумусу ґрунтів як полідисперсної системи (М. І. Лактіонов); теорія і практика розрахунку доз унесення кальцію у ґрунти за допоглинанням (О. М. Грінченко); походження й окультурювання солонцюватих ґрунтів Середнього Придніпров'я (О. М. Грінченко, О. М. Можейко) і ґрунтів каштанового комплексу (О. Н. Соколовський, О. М. Можейко, В. Д. Кисіль); теорія окультурювання ґрунтів України і внесення вапна та гіпсу на чорноземних і торфових ґрунтах України (О. М. Грінченко, С. Т. Вознюк, І. А. Шелар); унесення малих доз гіпсу (2-4 ц/га в рядки при посіві) (О. М. Грінченко, В. О. Пелипець); культурний (антропогенний) процес ґрунтоутворення (О. М. Грінченко, Г. Я. Чесняк); польова діагностика ґрунтів України (Г. С. Гринь); номенклатурний список ґрунтів України та їх агровирибниче групування (Г. С. Гринь, Н. Б. Вернандер, О. М. Можейко, А. Ф. Яровенко, В. Д. Кисіль); методика великомасштабних ґрунтових обстежень і складання карт ґрунтів України (Г. С. Гринь, Н. Б. Вернандер, О. М. Можейко, В. Д. Кисіль, А. Ф. Яровенко); сільськогосподарська типологія земель (Г. С. Гринь, Н. М. Бреус, В. М. Тіщенко); криогенна теорія походження лесів і сольових акумуляцій (О. О. Кирєєв).

На базі кафедри ґрунтознавства під керівництвом академіка О. Н. Соколовського було створено НДІ ґрунтознавства (1956 р.), який розміщувався на території кафедр ґрунтознавства, агрохімії, землеробства по вулиці Дзержинського, 92.

Успішно проведено великомасштабні дослідження ґрунтів України (1957–1961 рр.), під керівництвом академіка О. Н. Соколовського, складено ґрунтові карти і супровідні матеріали різного масштабу і призначення, різко активізовано вивчення ґрунтового покриву України колишніми учасниками експедицій, вихованцями харківської школи ґрунтознавців: схилowe ґрунтоутворення в Лісостепу і Степу України (А. О. Георгі), колоїдно-хімічна характеристика гумусу чорноземів трансформація гумусу чорноземів під впливом сільськогосподарської культури (М. І. Лактіонов), розвиток ґрунтів борових терас річок Лісостепу України (Д. Г. Тихоненко), лучні, болотні і торфові ґрунти, їх окультурювання (М. О. Горін, С. Т. Вознюк, Р. С. Трускавецький, Ю. Т. Коробченко), культурне (антропогенне) ґрунтоутворення різних природних зон світу: Полісся, Лісостеп, Степ, Тропіки Африки (В. Д. Муха), азотний фонд чорноземів (О. А. Чесняк), великомасштабне дослідження ґрунтів території Белгородської області (1962–1972) і складання карт ґрунтів колгоспів і радгоспів у масштабі 1 : 10000 з агропромисловими цілями (Д. Г. Тихоненко, А. О. Георгі, М. О. Горін); ґрунти Карпатського регіону (В. І. Канівець), галоморфні і подові ґрунти сухих степів (М. І. Полупан), реградовані ґрунти Лісостепу України (М. М. Шелякін), причини солонцюватості ґрунтів сухих степів України (А. Ф. Нестеренко), дослідження хімії гумусу різних ґрунтів (О. О. Бацула), придатність ґрунтів Донбасу під сади (В. А. Джамаль), зрошення і галогенез ґрунтів (П. І. Кукоба), розвиток чорноземів (В. А. Бистрий), мочарні ґрунти (А. І. Сулима, М. І. Полупан, Є. В. Яровенко), агрогенетична характеристика ґрунтів України (О. П. Канащ), осолоділі ґрунти (Е. І. Яшинова), заплавні осолоділі ґрунти (Д. І. Ковалішин), агрогенетична характеристика та бонітування ґрунтів Казахстану (Б. П. Лобода, В. А. Бобров, В. С. Гусак), підвищення родючості ґрунтів Західної України (І. О. Коцюба), бонітування ґрунтів (В. П. Кузьмичов, А. І. Сірий).

Після смерті (25 квітня 1959 р.) академіка О. Н. Соколовського, завідувачем кафедри ґрунтознавства було призначено О. М. Грінченка — доктора сільськогосподарських наук, професора, заслуженого діяча науки УРСР, учня і послідовника О. Н. Соколовського. Він очолював кафедру 20 років (1959–1979), будучи ректором ХСГІ впродовж 1959–1969 рр.

Під керівництвом професора О. М. Грінченка на кафедрі продовжувалися дослідження ґрунтів України. Агрономічне ґрунтознавство, започатковане академіком О. Н. Соколовським, знайшло свій розвиток у роботах таких учених, як: Г. С. Гринь, А. Ф. Яровенко, В. Д. Кисіль, І. А. Шеларь, М. І. Лактіонов, Н. В. Дубовська, А. О. Георгі, Д. Г. Тихоненко, В. Д. Муха, О. А. Чесняк. Згодом докторами наук, професорами стали: А. Ф. Яровенко (1970), М. І. Лактіонов (1978), В. Д. Муха (1982), Д. Г. Тихоненко (1984), а кандидатами наук — колишні аспіранти кафедри: Л. І. Васильєва, М. О. Горін, І. Ф. Павленко, Ю. Т. Коробченко,



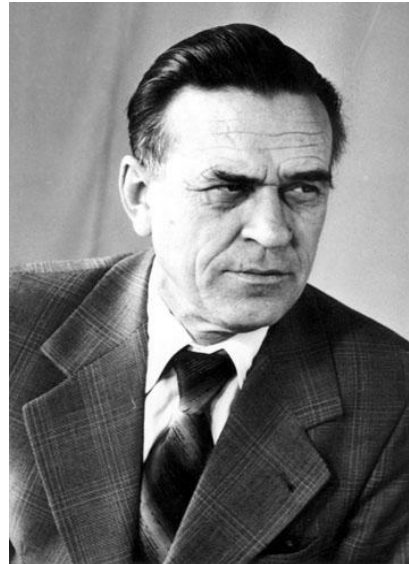
**О. М. Грінченко
(1904-1997)**

Л. П. Кроткевич, В. С. Тарара, Л. М. Колесніков, В. Ф. Іванов, Н. П. Ніконов, О. П. Кірія, Шарма Сурендер (Індія), Гарба Закарі (Нігер) та ін.

Кафедра ґрунтознавства вела велику методичну роботу з підготовки молодих спеціалістів для сільського господарства колишнього Радянського Союзу. Кафедра готувала студентів II, III курсів факультетів агрохімії і ґрунтознавства, захисту рослин, агрономічного, економічного, інженерів землевпорядкування, інженерів лісового господарства; було підготовлено більше 100 магістрів для 76 країн світу.

У 1977 р. ХСГП перебазувався на нове місце — землі навчально-дослідного господарства «Комуніст» (з 2004 р. — «Докучаєвське»). Кафедра розмістилася в навчальному корпусі № 4 на двох перших поверхах, де має чотири навчальні лабораторії, дві лекційні аудиторії, дві вагові кімнати, кабінет-музей геології і мінералогії, кабінет-музей лабораторії генезису і картографії ґрунтів, який нараховує більше 150 монолітів ґрунтів від одного до трьох метрів глибиною, що були відібрані під час навчальної практики студентами III курсу факультету агрохімії і ґрунтознавства під керівництвом Д.Г. Тихоненка, А.О. Георгі, а потім — М.О. Горіна у 1962–1972 рр.

У 1979 р. кафедру очолив Микола Ілліч Лактіонов — доктор сільськогосподарських наук, професор, учень академіка О. Н. Соколовського. Він завідував кафедрою з 1979 до 2005 рр., будучи проректором з навчальної роботи ХДАУ імені В. В. Докучаєва в 1969–1993 рр. і його ректором у 1993–1996 рр. У цей час кафедра продовжувала наукові традиції, які склалися в попередні роки її функціонування. Науковим кредо професора М. І. Лактіонова було те, що він вивчав органічну частину ґрунту не як певну «органічну речовину», а як складний і динамічний за хімічним складом комплекс органо-мінеральних сполук зі стійкими властивостями. Ґрунтуючись на цьому, він використовував наявні й створював власні методи досліджень, спрямовані на вивчення властивостей, а не варіабельного складу гумусу.



М. І. Лактіонов
(1926-2007)



Д. Г. Тихоненко
(рік нар. 1937)

З 2005 р. на посаду завідувача кафедри ґрунтознавства за конкурсом було обрано Д. Г. Тихоненка — доктора сільськогосподарських наук, професора, який працював деканом факультету агрохімії і ґрунтознавства в 1972–1996 рр., а з 1996 р. і до 2009 р. проректором з навчальної роботи Харківського НАУ імені В.В. Докучаєва.

У той час на кафедрі працювали чотири професори — д.с.-г. н. Д. Г. Тихоненко, д.с.-г. н. М. І. Лактіонов, д.с.-г. н. чл.-кор. УААН С. Ю. Булігін, д.біол.н. М. О. Горін, шість доцентів кандидати наук — В. В. Дегтярьов (декан факультету агрохімії і ґрунтознавства), В. С. Тарара, Л. Л. Величко, К. Б. Новосад, О. М. Казюта, О. Ю. Чекар; викладач

канд. с.-г.н. В. С. Тіщенко; асистент С. В. Крохін; три старших лаборанти – В. О. Малюга, Н.П. Булат; Г.М. Чередниченко, лаборант – О.С. Яременко.

У 1999–2002 рр. докторантом кафедри був В.І. Філон – доцент кафедри агрохімії, який у 2011 році захистив докторську дисертацію на тему: «Діагностика і екологобезпечне спрямування трансформації ґрунтів при внесенні добрив».

З 2012 року кафедру очолює доктор сільськогосподарських наук, професор В. В. Дегтярьов, який працював заступником проректора з заочної освіти в 1993-2001 рр., деканом факультету агрохімії і ґрунтознавства в 2001-2013 рр., а з лютого 2013 року першим проректором Харківського НАУ імені В. В. Докучаєва. Докторську дисертацію на тему: «Колоїдно-хімічна характеристика гумусово-аккумулятивного ґрунотворення і родючості природних й агрогенних чорноземів лівобережного Лісостепу та Степу України» захистив у 2010 р.

З 2005 р. на кафедрі діє науково-виробнича лабораторія з охорони ґрунтів, науковими керівниками були професори С. Ю. Булигін і В. В. Дегтярьов, а завідувачами – магістр С. В. Калюга, аспірант Д. В. Гавва, асистент С. В. Крохін, аспірант Ю. В. Дегтярьов



В. В. Дегтярьов
(рік нар. 1958)



Лабораторія охорони ґрунтів
(проф. М.О. Горін з аспірантами О. Моргуною та Я. Гніденко)

Викладачі кафедри проводять заняття зі студентами всіх факультетів агроуніверситету з таких дисциплін: «Геологія з основами мінералогії», «Ґрунтова мікробіологія», «Ґрунтознавство загальне», «Ґрунтознавство часткове», «Ґрунтознавство з основами геології», «Ґрунти світу», «Ґрунтова картографія», «Екологічне ґрунтознавство», «Охорона ґрунтів», «Біогеохімія ґрунтового покриву», за якими викла-

дачами кафедри за останні п'ять років (2001–2006 рр.) видані такі підручники і посібники: М. І. Лактіонов «Агроґрунтознавство»; Д. Г. Тихоненко «Ґрунтознавство часткове»; Д. Г. Тихоненко і співавтори «Картографія ґрунтів»; Д. Г. Тихоненко і співавт. «Геологія з основами мінералогії»; Д. Г. Тихоненко і співавт. «Ґрунтознавство»; Д. Г. Тихоненко і співавт. «Мікробіологія ґрунтів. Посібник для лабораторно-практичних занять»; М. І. Лактіонов і співавт. «Лабораторний практикум з ґрунтознавства». Викладачі кафедри видали близько 20 навчально-методичних рекомендацій з питань ведення самостійної та індивідуальної роботи студентів, курсового і дипломного проектування тощо. Навчальна робота

традиційно тісно пов'язана з науковою.

У науковій роботі беруть участь усі викладачі кафедри, аспіранти, магістри і студенти II-V курсів на ініціативній (безоплатній) основі, виконуючи наукові дослідження за державною науково-технічною програмою «Родючість, охорона й екологія ґрунтів Полісся і Південно-Східного Лісостепу України», яка координується головним в Україні ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського».

Наукову програму кафедри спрямовано на реалізацію державної політики в галузі охорони земель і відтворення родючості ґрунтів Полісся і Лісостепу України різного походження.

В останні десятиріччя ґрунтовий покрив України зазнав значного антропогенного навантаження, унаслідок чого відбулися деградаційні зміни, що призвели до зниження кількості поживних речовин і гумусу, підвищення кислотності, руйнування структури, переущільнення орного шару, розвитку водно-ерозійних процесів, хемогенного забруднення ґрунтів і, в кінцевому підсумку, до зниження родючості земель. У зв'язку із цим викладачі кафедри включилися у виконання державних наукових програм з підвищення родючості ґрунтів, з їх агровиробничої характеристики і класифікації. Наукова група під керівництвом професора В. В. Дегтярьова у складі доцентів О. Ю. Чекар, С. В. Крохіна, асистентів О. І. Моргунової О. С. Панасенко вивчає вплив окультурювання на трансформацію органічної частини ґрунтів. Установлено дуже важливі закономірності утворення активного і пасивного гумусу, реакційної здатності гумусу, визначення функціональних (хімічних) груп та їх значення у формуванні поглинальної здатності ґрунтів за різного господарського використання.

Наукова група, якою керує професор Д. Г. Тихоненко, спрямовує свій пошук на дослідження впливу господарської (антропогенез) діяльності на сучасні процеси ґрунтогенезу, агрономічні характеристики та екологічні режими ґрунтів у межах долинних ландшафтів Полісся і Лісостепу України (біодіагностика, систематизація, оцінка, еволюція). На основі цих досліджень розроблено палеографічну схему еволюції долинного ландшафту і ґрунтоутворення протягом голоцену квартера (Д. Г. Тихоненко, М. О. Горін, В. С. Тіщенко), а також класифікацію ґрунтів України (Д. Г. Тихоненко), яка слугує основою для формування класифікаційного списку ґрунтів України, їх агрономічного групування, що є головною науковою базою для проведення майбутніх ґрунтових обстежень території держави з використанням дистанційного зондування землі.

Професор М. О. Горін обґрунтував теорію і практику агрохімічного окультурювання заплавних ґрунтів Полісся і Лісостепу України, що дозволяє у два-три рази підвищити врожайність природних (заплавних) трав (луків).

Доцент О. М. Казюта показав, що лісові алювіальні ґрунти заплави верхнього і середнього Сіверського Дінця розвиваються за гідроморфно-аккумулятивним типом ґрунтоутворення у зв'язку з високою активністю Ca^{2+} і низькою активністю йонів натрію, що обумовлено врізаністю русла ріки в карбонатні мезозойські породи (як правило, крейдяні). Доцент К. Б. Новосад і асистент Д. В. Гавва провели ґрунтові дослідження з виявлення впливу лісових культур на агрономічну якість чорноземних ґрунтів. Дуже важливі закономірності зміни характеристик ґрунтів та їх родючості встановила доцент Л. Л. Величко за результатами дослідження дії лісових смуг різного меліоративного призначення.

З 2008 р. на кафедрі працюють доцент канд.біол.н. А. О. Ачасова, і доктор с.-г.н. А. Б. Ачасов, який у 2010 р. захистив докторську дисертацію «Ґрунтово-геоінформаційні засади протиерозійної оптимізації агроландшафтів: теорія і

практика», виконану під керівництвом професора С. Ю. Булигіна.

За останні роки оновилися і зміцнилися наукові контакти кафедри ґрунтознавства з колегами із різних країн далекого та ближнього зарубіжжя. Особливо плідною стала творча співпраця з кафедрами ґрунтознавства таких установ країн СНД:

- у Російській Федерації – МДУ імені М. В. Ломоносова (факультет ґрунтознавства), професор, доктор біол. наук академік РАН Г.В. Добровольський, професор, доктор біол. наук, академік РАН С. О. Шоба; Московська сільськогосподарська академія імені К. А. Тимірязєва, професор, доктор с.-г. наук М. Ф. Ганжара; Санкт-Петербурзький державний агроуніверситет, професор, доктор с.-г. наук І. М. Донських; Центральний музей ґрунтознавства імені В. В. Докучаєва РАСГН, професор, доктор с.-г. наук Б. Ф. Апарін; Воронежський державний університет, професор, доктор біол. наук Б. П. Ахтирцев; Нижньогородський (Горьківський) СГІ, професор, доктор с.-г. наук Б. О. Нікітін; Курська державна СГА імені І. І. Іванова, професор, доктор с.-г. наук В. Д. Муха (кафедра ґрунтознавства та агрохімії); Казанський державний університет імені Ульянова-Леніна, професор, доктор біол. наук Г. Ф. Копосов; Белгородський державний СГІ, доцент, канд.с.-г. наук Л.М. Колесніков; Південний Федеральний університет (Ростов-на-Дону), професор, доктор с.-г. наук В. Ф. Вальков;

- у Білорусі – Білоруський НДІ ґрунтознавства та агрохімії, директор інституту, професор, доктор с.-г. наук В. В. Лапа, професор, доктор с.-г. наук А. Меєровський;

- у Молдові – Молдавський НДІ імені М. О. Дімо, Молдавський державний університет, професор, канд. с.-г. наук, канд. філософ. наук Г. Я. Стасьєв; Молдавський СГІ імені М. В. Фрунзе, професор, доктор с.-г. наук, академік В. Г. Унгуряну;

- у Грузії – Грузинський державний аграрний університет, професор, доктор с.-г. наук Т. Ф. Урушадзе; Грузинський державний університет імені І. Чавчавадзе, професор, доктор біол. наук В. Г. Лежава.

Продовжено співпрацю з науковцями колишнього Радянського Союзу, а нині Євросоюзу:

- в Естонії – Естонська сільськогосподарська академія (м. Тарту), професор, доктор біол. наук Л.Ю. Рейнтам, а також інші країні ЄС:

- у Болгарії – Науково-дослідний інститут фуражних культур (м. Плевен), доктор Іван Пачев.

Поглиблено польсько-українську співпрацю в рамках європроекту «Роль науки у формуванні та професійному удосконаленні дорадчих кадрів». Польським колегам (Вармінсько-Мазурський університет) зроблено пропозиції (професор, доктор біол. наук М.О. Горін) щодо виробництва екобезпечної продовольчої продукції і розробки спільно з Інститутом добрив і ґрунтознавства у Пулавах проекту «Перша у світі кафедра ґрунтознавства».

Кафедра продовжує плідно працювати над написанням та виданням навчально-наукової літератури. З 1995 року видано більше 30 томів «Вісника ХНАУ» серії «ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство» (головний редактор – професор В.В. Дегтярьов, відповідальний секретар – доцент К. Б. Новосад).

З 2009 р. видано:

- за редакцією професорів, доктора геолого-мінералогічних наук П. В. Заріцького і доктора сільськогосподарських наук Д. Г. Тихоненка «Геологія з

основами мінералогії» (522 с.), затверджений МОН України як типовий підручник для агрономічних, геологічних, екологічних, інженерних спеціальностей університетів III-IV рівнів акредитації (редактор-укладач професор, доктор біологічних наук М. О. Горін, автори П. В. Заріцький, Д. Г. Тихоненко, М. О. Горін, В. В. Андрєєв, В. В. Дегтярьов);

- за редакцією професорів, докторів с.-г. наук Д.Г.Тихоненка і В.В.Дегтярьова «Лабораторний практикум з ґрунтознавства» для студентів агрономічних, екологічних та інших спеціальностей університетів III-IV рівнів акредитації (автори Д. Г. Тихоненко, В. В. Дегтярьов, К. Б. Новосад, Л. Л. Величко та ін.);

- професор Д. Г. Тихоненко видав цикл лекцій з «Класифікації ґрунтів», «Еволюції ґрунтів», «Учення про будову ґрунтового покриву» для студентів, слухачів магістратури та аспірантів факультету агрохімії і ґрунтознавства; а професор М.О. Горін – лекцію «Земля і геологічні процеси», а також «Практикум з ґрунтознавства, геоботаніки та агрохімії» для бакалаврату інженерно-землевпорядного факультету;

- професор В.В. Дегтярьов видав монографію «Гумус чорноземів Лісостепу і Степу України».

Сьогодні на кафедрі працюють доктор с.-г. н. професор В. В. Дегтярьов, доктор с.-г. н. професор Д. Г. Тихоненко, доктор біол.н. професор М. О. Горін, доктор біол. н. старший науковий співробітник Ю. Л. Цапко, доценти, кандидати с.-г. н. Л. Л. Величко, К. Б. Новосад, С. В. Крохін, О. М. Казюта, О. Ю. Чекар, А. О. Ачасова, старший викладач, канд.с.-г. н. А. О. Казюта, викладач канд. с.-г. н. Д. В. Гавва, асистенти О. І. Моргунова, О. С. Панасенко. Аспірантами кафедри є Ю. В. Дегтярьов, І. О. Чередніченко, Р. Ю. Усата.

З березня 2013 року при кафедрі відновлено роботу спеціалізованої вченої ради К 64.803.02 із захисту кандидатських дисертацій за спеціальністю 06.01.03 агроґрунтознавство і агрофізика.

За останні роки викладачами кафедри отримано сім патентів на винаходи, які стосуються розробки нових видів повільнорозчинних добрив, переробки твердих побутових відходів в органо-мінеральні добрива, діагностики ґрунтових процесів.

Наукові дослідження, що проводяться на кафедрі ґрунтознавства із залученням студентів та аспірантів, продовжують наповнювати державну базу даних про ґрунтово-земельні ресурси України як головне багатство нашої держави, їх еколого-генетичні та агровиробничі властивості, екологічні режими, сучасний стан, оцінювальні параметри, чого потребує практика ґрунтового картографування та землеоцінювання, актуалізованого кризовими явищами у світовій економіці. Найвища в Європі ставка земельної ренти, притаманна від природи українським ґрунтам, повинна бути обов'язково врахованою в антикризових програмах уряду та інших державних інституцій України, у тому числі й стосовно заходів щодо нового туру великомасштабних обстежень ґрунтів для точного визначення їх ресурсних можливостей, оцінки землі як товару, її охорони і раціонального використання.

Кафедра ґрунтознавства гідно зустрічає 200-річчя свого рідного агроуніверситету.

Стаття надійшла до редколегії 17.12.2013

DOKUCHAEV DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE IS 120 YEARS**D.H. Tykhonenko, V.V. Degtyaryov****V. Dokuchaev Kharkiv National Agrarian University**
(dvv4013@yandex.ru)

The history of Soil Science department is highlighted.

УДК 631.811

**АГРОГЕННАЯ ЭВОЛЮЦИЯ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ЧЕРНОЗЕМОВ ТИПИЧНЫХ****Б.С. Носко, Е.Ю. Гладких, В.И. Бабынин****ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского»**
(pochva@meta.ua)

Раскрыты основные факторы агрогенной эволюции черноземов типичных на примере результатов исследований в многолетних стационарных опытах Слобожанского опытного поля и Мироновского института пшеницы. Показана направленность изменений агрохимических свойств черноземов после распашки многолетней залежи или целины под влиянием длительного применения минеральных и органических удобрений.

Ключевые слова: чернозем, целина, залежь, минеральные удобрения, гумусный фонд, питательный режим.

Вступление. Развитие почвоведения в Украине, в частности его Харьковской школы, тесно связано с выдающимся ученым, теоретиком и практиком агропочвоведения Алексеем Никаноровичем Соколовским и его учениками и последователями А. М. Гринченко, Н. К. Крупским, Г. С. Гринем, А. М. Можейко и другими. Главным направлением агропочвоведения, как его понимал А. Н. Соколовский, является максимальное приближение результатов исследований к потребности практического земледелия. Поэтому одновременно с развитием такого нового направления в науке о почвах как коллоидное почвоведение, широко изучались проблемы мелиорации солонцовых почв, коллоидно-химической технологии изменения свойств почвогрунтов, а также вопросы плодородия почв (А. М. Гринченко, Н. К. Крупский, Г. Я. Чесняк и др.) [1, 2].

Исследования плодородия почв, по результатам которых была сформулирована теория культурного почвообразовательного процесса, как одного из его новых факторов, обусловили изучение антропогенной эволюции почв, в т.ч. проблем дегумификации, декальцинации, изменений питательного режима на фоне интенсификации земледелия, особенно широкомасштабной химизации сельского хозяйства в 80-90-е гг. XX столетия. Обобщение данных многолетних стационарных опытов бывшей Мироновской опытной станции, Харьковского сельскохозяйственного института, ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии», проведенных преимущественно на черноземах типичных Лесостепи Украины, а также длительных опытов бывших областных опытных станций и сравнительных исследований почв сохранившихся целинных заказников (Михайловская целина и др.) с их аналогами, находящимися в сельскохозяйственном использовании предоставили возможность установить основные закономерности эволюции содержания гумуса и пищевого режима [3-5].

Методика исследований. Основной длительный опыт заложен в 1969 г. на участке многолетней залежи (ориентировочно с 1935–1940 гг.). Участок представлен черноземом типичным тяжелосуглинистым со следующими показателями почвенного плодородия до начала опыта (1969 г.): валовое содержание гумуса 4,8–5,0 %, азота 0,22 %, фосфора 0,12 %, калия 2,15 %. Детальная схема опыта опубликована [6].

Почвенные образцы отбирали после завершения каждой ротации севооборота. Последний срок отбора – 2008 г.

Кроме этого опыта, в исследовании использованы результаты анализа образцов, отобранных на длительном опыте (с 1912 г.) Мироновского института пшеницы после 18 ротаций пятипольного севооборота на вариантах с тремя системами удобрений: минеральной, органической и органо-минеральной.

Обсуждение результатов исследований. Эволюция гумусного профиля черноземов после распашки целины или многолетней залежи обусловлена изменением определенного типа степной растительности с замкнутым круговоротом органических веществ и элементов питания, на разомкнутый, что способствовало нарушению установившихся соотношений процессов гумификации и минерализации.

Под влиянием сельскохозяйственного использования повышается биологическая активность почв, в микробном ценозе преобладают микроорганизмы, усиливающие процессы минерализации, под их влиянием увеличивается содержание лабильного гумуса. Процессы усиленной минерализации гумусного фонда черноземов не ограничиваются пахотным слоем. С повышением подвижности органических веществ в агрофитоценозе происходит их частичное перемещение в подпахотный горизонт, поэтому, в первые 12-15 лет после распашки целины и залежи на фоне резкого уменьшения содержания гумуса в пахотном слое наблюдаются некоторые признаки стабилизации и даже незначительное увеличение его запасов в подпахотном слое (табл. 1).

1. Динамика содержания и запасов гумуса в черноземе типичном тяжелосуглинистом после распашки залежи на разных агрохимических фонах (Слобожанское опытное поле)

Вариант опыта	Слой, см	До закладки опыта		После VI ротации севооборота	
		1	2	1	2
Залежь	0-30	5,0	214	-	-
	30-60	3,9	112	-	-
	0-60	-	326	-	-
Контроль (ежегодная вспашка без удобрений)	0-30	-	-	3,9	129
	30-60	-	-	3,3	103
	0-60	-	-	-	232
Навоз, 140 т/га за три ротации (фон)	0-30	-	-	4,2	156
	30-60	-	-	3,6	117
	0-60	-	-	-	273
Фон + 2N2P2K	0-30	-	-	4,5	161
	30-60	-	-	3,4	115
	0-60	-	-	-	276
Примечание. 1 – содержание гумуса, %; 2 – запасы гумуса, т/га; 2N2P2K – среднегодовая двойная доза минеральных удобрений составляет 240 кг д.в./га					

Интенсивная минерализация гумуса в пахотном слое (до 20 % от первоначального содержания) происходит в первые 12-15 лет сельскохозяйственного использования, после чего достигается квазиуравновешенное состояние гумусового фонда, которое в дальнейшем характеризуется незначительными изменениями содержания и запасов гумуса.

Главными факторами, определяющими динамику содержания гумуса в пахотных почвах, являются органические и минеральные удобрения. При этом органические удобрения выступают в качестве непосредственного источника поступления в почву органических веществ, а также способствуют увеличению количества надземных и корневых остатков за счет улучшения условий питания культурных растений и агрофизических свойств почвы. Максимальный эффект в стабилизации и поддержании уровня содержания гумуса, например в черноземах типичных Лесостепной зоны, достигается при одновременном применении двойной дозы минеральных удобрений под культуры севооборота на фоне среднегодового внесения 10-12 т навоза на гектар.

Следует отметить, что даже в вариантах длительных опытов, в которых применяются систематически только органические удобрения, наблюдается только некоторое замедление интенсивности минерализации гумуса по сравнению с контролем, однако при этом не достигается уровня его содержания в целинных и залежных почвах (табл. 2).

Применение повышенных доз минеральных удобрений без единовременного внесения навоза способствует усилению процессов минерализации гумуса и повышению его подвижности.

Распашка целины или многолетней залежи черноземов и введение их в сельскохозяйственный оборот существенно изменяет большинство показателей гумусового состояния: расширяется соотношение $S_{гк} : S_{фк}$, повышается подвижность гумуса, а также происходит обеднение его азотом. Таким образом, потери гумуса в черноземных почвах после распашки целины или залежи обусловлены усилением интенсивности минерализации, а также изменением процессов гумусообразования, гумусонакопления и перераспределения органических веществ в почвенном профиле.

2. Формирование гумусового профиля чернозема типичного легкосуглинистого под влиянием различных систем удобрения (Мироновский институт пшеницы, данные за 90 лет)

Вариант	Слой, см	Содержание гумуса, %	
		общее	лабильный (по Егорову)
Целина	0-20	4,7	0,16
	20-40	3,7	0,12
	40-60	3,3	0,07
Пашня без удобрений (контроль)	0-20	3,6	0,14
	20-40	3,3	0,06
	40-60	2,4	0,03
Органическая система удобрения	0-20	4,0	0,15
	20-40	3,5	0,08
	40-60	2,6	0,04
Минеральная система удобрения	0-20	3,9	0,22
	20-40	3,3	0,08
	40-60	3,0	0,04
Органо-минеральная система удобрения	0-20	3,9	0,38
	20-40	3,6	0,15
	40-60	2,9	0,04

Применение умеренных доз минеральных удобрений на протяжении длительного времени или внесение их в повышенных дозах существенно влияют на физико-химические свойства черноземов (pH_{KCl} , гидролитическую кислотность, сумму и состав обменных катионов, глубину залегания карбонатного горизонта).

Интенсификация земледелия способствует коренным изменениям пахотного слоя черноземов, который трансформируется в новый самостоятельный горизонт, не имеющий по своим показателям аналогов в природных почвах. На фоне активизации биологических процессов в пахотном слое происходит интенсивная минерализация органических веществ, которая обуславливает уменьшение содержания валовых форм азота и фосфора – наиболее важных элементов питания (рис. 1). Вместе с тем после распашки залежи на контрольном варианте возрастает по всему профилю (по сравнению с залежью) содержание минеральных форм азота, даже на фоне отрицательного баланса азота за шесть ротаций севооборота. Следует отметить влияние азотных удобрений на мобилизацию почвенных ресурсов азота, которая способствует дополнительному накоплению так называемого «экстра-азота» [7].

Образующиеся в процессе минерализации органического вещества минеральные формы азота (преимущественно нитраты) перемещаются в профиле почв с нисходящим потоком влаги атмосферных осадков за пределы почвенного профиля, т.е. обостряют экологические проблемы.

Фосфор в почвах, в отличие от биогеохимии азота, водорода, кислорода и серы, является результатом только биогенных процессов, которые заключаются в его биологическом накоплении за счет переноса из почвообразующей породы в гумусовый профиль, и его содержание в почве зависит от двух факторов: содержания фосфора в материнской породе и его перераспределения в профиле, обусловленного биологическими и почвообразовательными процессами, а также изменениями, связанными с агрогенным воздействием [8]. Под влиянием многих факторов образуется специфический для каждого типа почв фосфатный режим, который характеризуется определенным соотношением минеральных и органических фосфатов и их фракций.

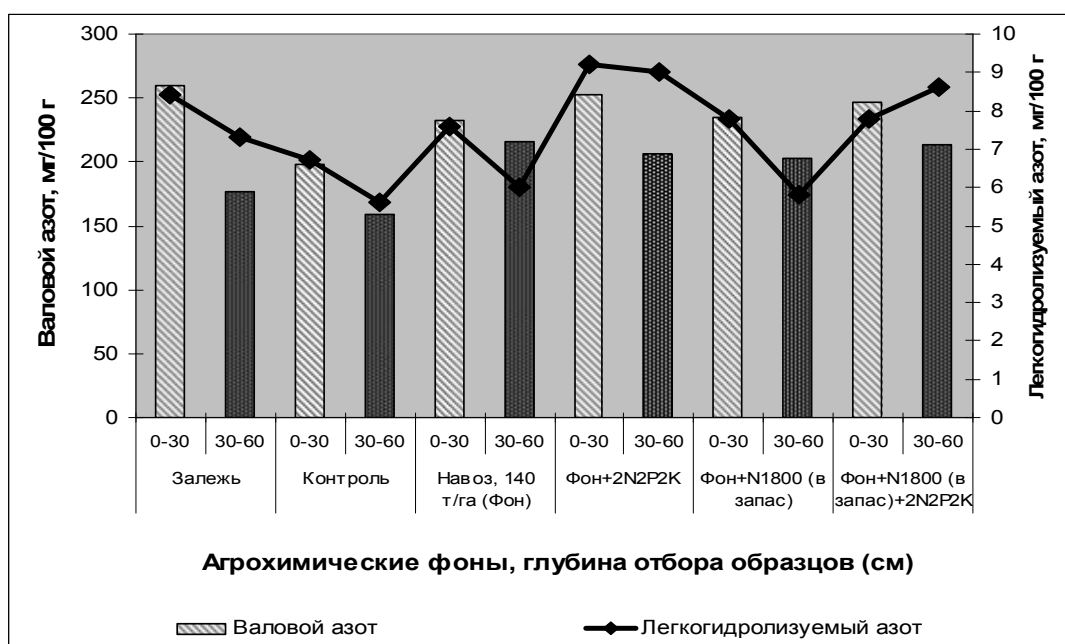


Рис. 1. Влияние агрохимического фона на содержание азота в черноземе типичном

После распашки целины или залежи значительно изменяется количество элементов, которые включаются в круговорот. При отрицательном балансе фосфора в контрольном варианте наблюдается тенденция к уменьшению содержания валового фосфора в пахотном слое (табл. 3) [9]. На удобренных фонах при положительном его балансе установлено закономерное увеличение этого показателя, которое за 18 ротаций пятипольного севооборота распространяется до глубины 40-60 см, при этом происходит формирование органо-генного окультуренного фосфатного профиля, главными отличительными особенностями которого является повышение уровня содержания подвижных фосфатов и наиболее доступных растениям их фракций (табл. 4).

3. Влияние систематического применения удобрений на валовое содержание фосфора в черноземе типичном легкосуглинистом за 18 ротаций пятипольного севооборота

Слой, см	Содержание фосфора по вариантам опыта, мг P ₂ O ₅ /100 г почвы				
	целина	без удобрений (контроль)	органическая система земледелия	минеральная система земледелия	органоминеральная система земледелия
0-20	134	129	162	167	174
20-40	128	138	159	156	161
40-60	142	140	158	153	156
60-80	133	134	131	135	149
80-100	118	123	123	117	130

4. Последствие минеральных удобрений на структуру фосфатного фонда чернозема типичного тяжелосуглинистого

Слой, см	Содержание P ₂ O ₅ , мг/100 г почвы			Сумма активных фосфатов	Степень подвижности P ₂ O ₅ , мг/л
	валовой	органический	подвижный (по Чирикову)		
1	2	3	4	5	6
Залежь, более 75 лет					
0-20	125,0	62,2	5,0	35,1	0,06
20-40	113,4	60,0	4,7	26,2	0,03
40-60	107,7	49,1	карб.	24,4	0,03
60-80	103,9	н/опр	карб.	-	0,03
80-100	99,8	н/опр	карб.	-	0,04
Контроль (вспашка без удобрений, 30 лет)					
0-20	112,0	38,8	4,7	23,7	0,04
20-40	105,0	37,5	4,6	22,7	0,03
40-60	96,3	33,1	карб.	24,8	0,03
60-80	92,3	32,2	карб.	-	0,04
80-100	90,6	29,1	карб.	-	0,03
Навоз, 140 т/га (фон)					
0-20	117,1	45,5	5,4	27,5	0,04
20-40	109,3	40,6	5,3	24,0	0,03
40-60	108,4	40,6	карб.	25,2	0,02
60-80	99,0	н/опр	карб.	-	0,02
80-100	98,8	н/опр	карб.	-	0,02

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
Фон + P ₁₈₀₀ (в запас)					
0-20	148,2	55,1	11,7	46,9	0,3
20-40	129,3	54,5	10,7	39,9	0,2
40-60	114,2	48,1	карб.	27,4	0,05
60-80	106,2	н/опр	карб.	-	0,05
80-100	103,5	н/опр	карб.	-	0,04
Фон + P ₁₈₀₀ + 2N ₂ P ₂ K					
0-20	159,4	н/опр	17,3	72,5	0,7
20-40	134,6	н/опр	13,6	54,4	0,2
40-60	115,9	н/опр	карб.	32,4	0,2
60-80	101,2	н/опр	карб.	-	0,1
80-100	94,3	н/опр	карб.	-	0,04

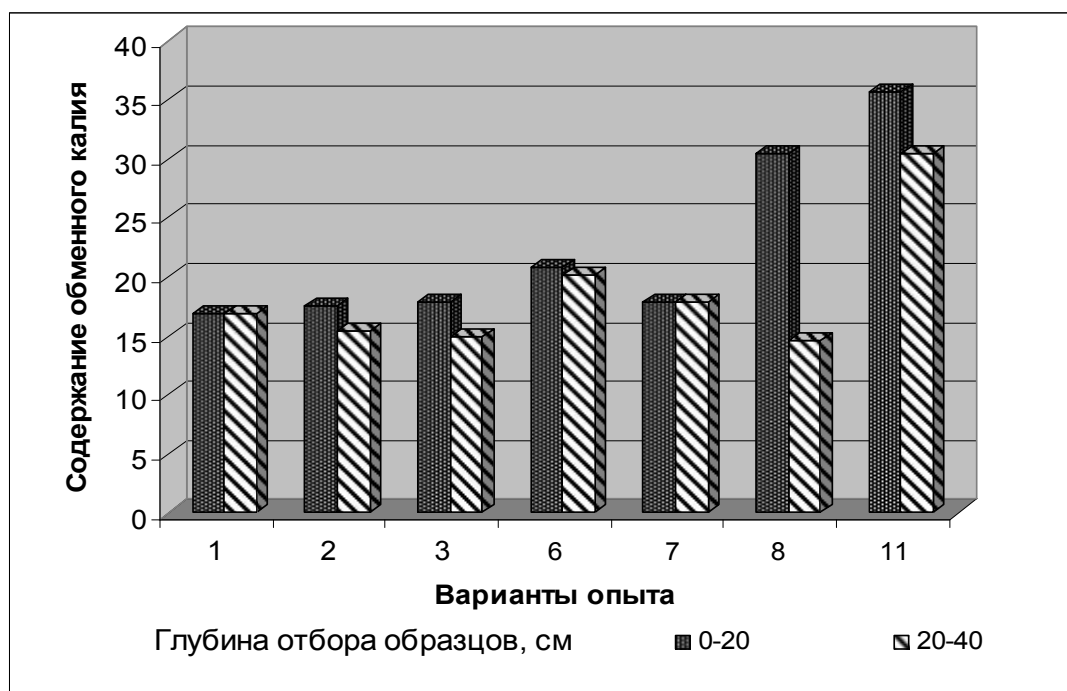
Установлено, что накопившиеся в почве остаточные запасы фосфорных удобрений доступны для питания растений и главное – очень медленно (на протяжении десятков лет) кристаллизуются. На таких почвах (с остаточными запасами фосфора) повышается эффективность использования азотных удобрений и, наоборот, уменьшаются прибавки от фосфорных. Процессы накопления в почвах остаточных фосфатов установлены в многолетних стационарных опытах, а также при обобщении результатов крупномасштабных агрохимических исследований во всех почвенно-климатических зонах Украины.

Содержание и формы калия в почве определяются гранулометрическим составом и природой глинистых минералов. В лесостепной и степной почвенно-климатических зонах Украины преобладают почвы суглинистого и глинистого гранулометрического состава с высоким уровнем содержания валового калия (от 1,9 до 2,2 %). Поэтому в практике применения удобрений преобладают убеждения о низкой эффективности калийных удобрений. Однако в настоящее время в связи с резким изменением структуры посевных площадей (главным образом за счет увеличения доли подсолнечника) проблема калия приобретает новые очертания.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что отмеченные выше изменения под влиянием удобрений кислотного режима, состава обменных катионов, глубокой перестройки минералогического состава влияют на калийный фонд чернозема.

Распашка многолетней залежи обуславливает существенные изменения в структуре калийного фонда, особенно это отражается на содержании подвижных форм калия, снижение которых в сравнении с залежью наблюдается на неудобренных фонах (в 1,5 раза).

На агрохимических фонах с внесением высоких доз минеральных удобрений в запас существенных изменений содержания и соотношения основных форм калия на 25-й год их последствий не установлено. Это свидетельствует о том, что остаточные формы калия удобрений входят в структуру вторичных калийсодержащих минералов, характерных для черноземных почв. Установлено существенное возрастание содержания обменных форм калия (в 1,8-2,1 раза) при систематическом применении удобрений (рис. 2). Вместе с тем, накопившийся обменный калий постепенно трансформируется в направлении от уменьшения содержания легкорастворимых к увеличению доли труднорастворимых его форм.



Варианты опыта: 1 – Залежь; 2 – Абсолютный контроль; 3 – Навоз, 140 кг/га (фон);
6 – Фон+K₁₈₀₀ (в запас); 7 – Фон+(NPK)₁₈₀₀ (в запас); 8 – Фон+(NPK)₁₈₀₀+N₁P₁K₁;
11 – Фон+N₂P₂K₂ (систематически)

Рис. 2. Изменение содержания обменного калия в черноземе типичном за шесть ротаций шестипольного севооборота, мг/100 г почвы (Слобожанское опытное поле)

Выводы. После распахиwania целины и залежи под влиянием интенсификации земледелия в черноземах типичных произошли настолько существенные изменения потенциального плодородия, что сельскохозяйственная деятельность человека была признана фактором современного почвообразования, который получил название культурного почвообразовательного процесса. Вместе с тем, обобщенные данные свидетельствуют, что на данном этапе эволюция агрохимических показателей пахотных черноземов типичных не выходит за рамки параметров, свойственных для черноземного типа почвообразования.

Результаты исследований показали, что длительное сельскохозяйственное использование черноземов типичных после распашки многолетней залежи или целины способствовало существенным изменениям агрохимических свойств почвы, образованию его агрогенного профиля. Активизация процессов минерализации органических веществ обусловила снижение содержания гумуса, потери которого на протяжении 10–12 лет после распашки залежи в пахотном слое достигли 20 % в сравнении с нераспаханным участком.

Черноземы типичные агроценозов, в сравнении с целинными аналогами, характеризуются изменениями фосфатного, азотного и калийного фондов. При этом особое внимание необходимо обратить на образование окультуренного фосфатного фонда, отличающегося изменением структуры всех фракций фосфора в почве, наличием длительного последствия, в связи с положительным его балансом в предыдущие годы.

Список использованной литературы

1. Гринченко А.М. Окультуривание почв – основа повышения природно-экономического плодородия. – Харьков, 1984. – 80 с.

2. Гринченко А.М. Динамика элементов плодородия мощного чернозема в зависимости от длительного сельскохозяйственного использования и внесения удобрений / А.М. Гринченко, Г.Я. Чесняк, О.А. Чесняк // Почвоведение. – 1969. – № 5. – С. 27–35.
3. Носко Б.С. Минеральные удобрения в системе факторов антропогенной эволюции черноземов / Б.С.Носко // Почвоведение. – 1996. – № 12. – С. 1508–1516.
4. Носко Б.С., Вплив різних факторів та типів ґрунтових процесів на формування фосфатного фонду ґрунтів / Б.С.Носко, В.І. Бабинін, Є.Ю. Гладких, Л.М. Бурлакова // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 7. – С. 17–22.
5. Носко Б.С. Закономерности формирования агрогенного профиля черноземов типичных лесостепи Украины после распашки целины и многолетней залежи / Б.С.Носко // Почвоведение. – 2013. – № 3. – С. 359–371.
6. Носко Б.С. К вопросу об использовании искусственных агрохимических фонов при изучении эффективности удобрений / Б.С.Носко // Агрохимия. 1975. – №6. – С. 76–82.
7. Семенов В.М. Образование “экстра-азота” в удобренных почвах и его роль в питании растений/ В.М. Семенов // Агрохимия. – 1999. – № 8. – С. 5–12.
8. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. – М.: Наука, 1985. – 260 с.
9. Носко Б.С. Влияние длительного применения минеральных и органических удобрений на фосфатный фонд чернозема типичного легкосуглинистого / Б.С. Носко, А.И. Шевченко, В.И. Бабынин, Л.Н. Бурлакова // Агрохимия. – 2008. – N 9. – С. 23–28.

Статья поступила в редколлегию 16.01.2014

AGROGENE EVOLUTION OF CHERNOZEMS TYPICAL AGROCHEMICAL PARAMETERS

B.S. Nosko, E.Yu. Gladkikh, V.I. Babynin

NSC “Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky”
(*pochva@meta.ua*)

The main factors of agrogenic evolution of chernozems typical example are revealed on research results in long-term stationary experiments of Slobozhansk Experimental Field and Myroniv Institute of Wheat named after V.M.Remeslo. The direction of change of agrochemical properties of chernozems after newly-ploughed virgin soil or long-term fallow land under the influence of prolonged use of mineral and organic fertilizers is showed.

Key words: *chernozem, virgin land, fallow land, mineral fertilizers, humus fund, nutrient regime.*

УДК 631.1

СТАБІЛІЗАЦІЯ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ЯК ОСНОВА РОЗВИТКУ АДАПТИВНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА У СВІТЛІ ВЧЕННЯ В.В. ДОКУЧАЄВА

В.Ф. Камінський

ННЦ «Інститут землеробства НААН»
(*kamin.60@ukr.net*)

Висвітлено значущість вчення В.В. Докучаєва у розвитку наукових основ систем землеробства, збереженні родючості ґрунтів, підвищенні ефективності землекористування в Україні за сучасних умов і на перспективу у контексті розвитку адаптивного землеробства, базової галузі сільськогосподарського виробництва. Аргументовано необхідність оптимізування в Україні землекористування на користь заліснення та стабільних земельних угідь.

Ключові слова: *використання земель, заліснення, землеробство, родючість ґрунту, урожай.*

Минуло 130 років від завершення комплексних досліджень з обстеження чорноземних ґрунтів Росії, здійснених під керівництвом професора В.В. Докучаєва і на основі цих матеріалів у 1883 році вийшла в світ книга «Русский чернозём», а в

1892 р. – «Наши степи прежде и теперь», в яких закладено початок науки про меліорацію сільськогосподарських ландшафтів, шляхом трансформації їх в культурні водоохоронні агроландшафти, актуальність наукових положень яких не втрачено дотепер.

Наукова спадщина В.В. Докучаєва має велике значення для збереження ґрунтів і підвищення ефективності землекористування в Україні в сучасних умовах і на перспективу, зокрема, у контексті розвитку адаптивного землеробства – базової галузі сільськогосподарського виробництва.

Великі земельні простори України ще в далекому минулому визначали екстенсивну систему використання землі і ведення господарства.

Розширення площ ріллі завжди було єдиним засобом збільшення виробництва продукції рослинництва, у результаті чого розораність досягла майже 82 %, у деяких районах – 96 %. Освоєння всього земельного фонду становить близько 60 % (для порівняння, у США – 12 %). Це призвело до розвитку небувалих ерозійних процесів. Щорічні втрати ґрунту сягають 600 млн т, в тому числі, понад 20 млн т гумусу. Втрачаємо третину поживних речовин і до 16 млрд куб. м води. Площа деградованих ґрунтів збільшується щороку майже на 90 тис. га, а щорічні втрати чистого доходу становлять близько 3,0 млрд дол. США [1].

Проблеми використання землі назрівали тривалий період. Уже після 1861 р., за 37 років, розміри розораних площ в Україні досягли на той час небаченої у світі межі. Площа лісів у Полтавському уїзді зменшилася з 34 % загальної площі до 7 %, у Лубенському – відповідно з 30 до 4 %. У період з 1887 до 1921 р. у восьми губерніях України (без Таврійської) площа лісів скоротилася на 1,5 млн га. Це стало головною причиною хвороби наших степів [2].

Таким чином можна констатувати, що понад 100 років тому розпочалося і продовжується просування Степу на Лісостеп, а останнього на Полісся.

Землеробство велося і ведеться з повним ігноруванням закону повернення у ґрунт поживних елементів. Щорічні втрати гумусу, внаслідок незбалансованого внесення і виносу органічних речовин та ерозії ґрунтів, сягають 0,8 т з 1 га. Подолання бездефіцитного балансу поживних речовин у ґрунті забезпечується приблизно на 10 % до потреби.

Внаслідок скорочення виробництва і внесення гною, зменшення площ посівів зернобобових і багаторічних бобових трав та зменшення внесення азотних добрив вилучено з кругообігу 4 млн т д. р. азоту, або 139 кг з 1 га землі. Прирости врожаїв у минулі роки в Україні обумовлюються, здебільшого, мінералізацією гумусу внаслідок поліпшення вологозабезпеченості, а фактор підвищення ефективності засобів інтенсифікації залишається невикористаним через їх відсутність.

За даними вчених, запаси азоту в чорноземних, хоч і виснажених на гумус, ґрунтах України достатні для вирощування сільськогосподарських культур протягом 100-200 років. Якщо удобрювати ґрунт одним гноєм, то повертається лише 25-30 % вилучених з урожаєм поживних речовин. У дерново-підзолистих ґрунтах в орному шарі запасів азоту вистачить максимум на 50 років.

В опублікованій у 1883 р. праці професора В.В. Докучаєва «Русский чернозём» приведено дані про те, що в Україні були ґрунти із вмістом гумусу понад 10 %. Зокрема, середній показник по Харківській області становив 7 %. Протягом 100 років землекористування його вміст зменшився на третину. До речі,

у 1912 р. на Київщині ще були ґрунти, вміст гумусу в яких сягав 6-8 %. Тепер їх немає.

Як відомо, індикатором родючості ґрунтів є врожай сільськогосподарських культур і, особливо, його якість. У передвоєнні роки вміст білка в зерні пшениці у Дніпропетровській, Харківській і Запорізькій областях становив 18,5 %, у 1998 р. знизився до 15,5 %, пізніше – до 13,4, а нині – на рівні 8-10 %.

До речі, у 80-х роках минулого століття в Канаді було встановлено, що за кожне попереднє 10-річчя в зерні пшениці вміст білка знижався на 1 %. Уміст гумусу в орному шарі за 60-70 років у зерно-парових сівозмінах з 30-40 % чистого пару зменшився на 50-60 %. Уряд Канади на програму з відродження родючості ґрунтів виділив 1,7 млрд дол. Мільйони гектарів парових площ було замінено, так званим «сухим поливом» – внесенням високих доз мінеральних добрив та змінено систему догляду за ними [3].

В Україні давно настав час вжити неординарні заходи щодо поліпшення використання земельних угідь шляхом стабілізації землекористування та припинення втрат у ґрунтах гумусу і води. Перш за все, слід відновити порушене співвідношення між природними комплексами – площами лісу, води, лук, посівів, стабілізувати екологічну рівновагу в агроландшафтах, про що писав В.В. Докучаєв більше 100 років тому.

Для цього потрібно зменшити площі землі в обробітку мінімум на 10 млн га шляхом переведення у природні кормові угіддя та заліснення орних земель на схилах крутістю 3° і більше, частини розораних нечорноземних ґрунтів, земель, забруднених радіонуклідами і важкими металами, водоохоронних земель і тих, на яких неефективно вирощувати сільськогосподарські культури. Переведення ріллі в природні кормові угіддя забезпечить охорону і збереження землі для майбутніх поколінь [4].

В Україні необхідно збільшити площу луків мінімум у 2,7, а лісів у 1,8 раза. У збереженні й поліпшенні використання землі велику вагомість мають еколого-ландшафтні принципи систем землеробства. На цій основі, вченими ННЦ «Інститут землеробства НААН» розроблена контурно-меліоративна система землеробства, освоєння якої було включено в програму дій Уряду. Впроваджена у господарствах Обухівського і Кагарлицького районів Київщини така система запобігає зменшенню втрат ґрунту та біогенних елементів у 5 разів, води – втричі, забезпечує підвищення продуктивності галузі на 20-30 %. У Кагарлицькому – базовому районі з упровадження наукових розробок НААН у виробництво, виведено з обробітку і переведено в природні кормові угіддя понад 5000 га малопродуктивних ерозійно-небезпечних земель, завдяки чому рівень виробництва зерна на 30 % перевищив досягнутий у найвроджайніші за всю історію роки.

У розвинутих країнах світу землю в обробітку давно оптимізовано. Наприклад, у США за два роки (1982-1983) за умови, що земля знаходиться в приватній власності, зменшили площу ріллі на 26,4 млн га, а нині площа землі в обробітку знаходиться на рівні 1900 р.

Після 2000 р. норма виведення давно оптимізованих орних земель з обробітку в країнах Європейського Союзу становить 17,5 %. У Франції в 2002 р. вже не обробляли 2 млн га.

У світі, природні кормові угіддя обумовлюють рентабельність м'ясо-молочного скотарства. Їх площа удвічі більша за площу ріллі. В Україні ж площа ріллі у 5 разів перевищує природні кормові угіддя, а на душу населення їх у 9

разів менше, ніж у розвинутих країнах. До речі, ще в XI-XII п'ятирічках на землях гідрографічного фонду розорано майже 1 млн га луків і пасовищ.

На виведених із обробітку землях потрібно силою закону змінити статус їх використання, за три-чотири роки відновити багатовидову, господарсько-цінну рослинність, глибоко адаптовану до місцевих умов і здатну самовідновлюватися. Це забезпечить за 6-7 місяців на пасовищних кормах (і економію 5-6 млн т зерна) виробництво як мінімум 4 млн т м'яса чи 15 млн т молока.

За висновками експертів ООН причиною деградації ґрунтів і спустелювання земель є непомірне їх розорювання, зрошення та знеліснення територій.

Слід згадати, що 200 років тому половина території України була вкрита лісом, перед розпадом Союзу – близько 14,3 %. Виснажилися запаси спілого лісу, спілих деревостоїв було усього 6 %, а без Карпат – 4 %. Нині в Україні площа лісонасаджень становить 15,9 % всієї території – найменша в Європі. Особливо низьке заліснення у Запорізькій і Миколаївській областях – 4 %, Херсонській – 4,7, Дніпропетровській – 5,2, Одеській – 6,0 %. У цілому в зоні Степу заліснення території становить 6,6 %.

Не заглиблюючись у теорію глобального потепління, котра все більше спростовується вченими різних країн світу, доцільно визнати, що ліс і луки не знають, що таке ерозія і посуха. Це кліматостабілізуювальні фактори, саме вони пом'якшують шкодочинний вплив погодних аномалій.

Аналіз свідчить, що розширення площі орних земель за останні 200 років призводило до посух, а відповідно й до значних неврожаїв, занепаду скотарства і страшного голоду. Неврожаї і недороди забирали більше худоби, ніж епізоотії [5]. Найбільшою катастрофою землеробства була посуха 1891 р., коли голодували і вимирали мільйони людей, гинула худоба.

Видатні вчені того часу В.В. Докучаєв, П.А. Костичев, К.А. Тімірязєв розробили заходи з подолання наслідків посухи. Їхні праці актуальні і нині. Саме тоді пролунала крилата фраза К.А. Тімірязєва: «Володіння землею – не право лише чи привілей, а важкий обов'язок, що загрожує відповідальністю перед судом нащадків». Наступного року (1892), як відомо, була опублікована книга В.В. Докучаєва «Наши степи прежде и теперь» [6, 7].

Проте, катастрофічно продовжується руйнація ґрунтового покриву. Значною мірою наслідком нестабільного землекористування була посуха 2003 р., а також пилові бурі в 60-ті роки минулого сторіччя. Посухи, вірогідність виникнення яких у Київській області була один раз на 100 років, останнім часом повторюються майже через кожні 10 років.

Для оптимізації і стабілізації землекористування нам потрібно враховувати науково обґрунтовані, перевірені практикою світові нормативні положення про те, що рівень розораності ґрунтів не повинен перевищувати максимум 50 % сівозмінної площі, а залісненість території має становити 25-30 %. Повинні бути заліснені береги каналів, водосховищ, річок і всіх інших водних джерел та відновлені полезахисні лісосмуги.

У країнах Європейського Союзу установлено норму заліснення – 30 %. Залісненість Франції становить 27,6 % і нині здійснюються заходи із розширення площ, покритих лісом до 30 % території. У Польщі заліснено 28,6 %, проте землі колишніх держгоспів (1,0 млн га) також виведено під заліснення. Угорщина, маючи вже 20 % залісненої території із 6 млн га землі в обробітку вивела 1,5 млн га під заліснення. Нині інтенсивно проводяться лісонасадження в усіх країнах світу.

Розрахунки показують, що в Україні необхідно довести заліснення мінімум до 25,7 %, тоді площа земель, вкритих лісовою рослинністю, становитиме 15,5 млн га.

Споконвіку людство намагається подолати залежність від природних катаклізмів – посух, злив, повеней, буревіїв і інших негативних погодних явищ, кількість яких не зменшується, а зростає. Не випадково і в Україні урожайність багатьох культур в окремі роки до 80 % залежить від примх погоди.

В Україні назріла життєва необхідність підвищення стійкості систем землеробства на основі стабілізації землекористування і посилення їх адаптивності, підвищення ефективності засобів інтенсифікації галузі.

Перш за все, потрібно запобігти деградації ґрунтів, оптимізувати режим органічної речовини і гумусового стану ґрунтів, що залишаються в обробітку. Накопичення у ґрунті органічної речовини є одним із важливих джерел поповнення запасів поживних речовин, потужним фактором, підвищення біологічної активності ґрунтів, поліпшення їхніх водно-фізичних параметрів. Для цього, переважну частину, а місцями всю нетоварну продукцію рослинництва слід використовувати на удобрення.

Нам потрібно освоїти сівозміни, які є основою системи землеробства. В Україні сівозміни порушені настільки, що в 2013 році не виявилось достатньо попередників щоб вчасно посіяти основні продовольчі культури – озимі зернові. Аналіз показує, що на частку освоєної сівозміни припадає 1,0-1,4 т/га приросту врожаю озимої пшениці і 1,0 т/га – кукурудзи.

Ефективне використання землі не є можливим без хімічної меліорації ґрунтів. В Україні близько 10 млн га кислих ґрунтів. У Лісостепу площа кислих ґрунтів збільшилася на 1,8 млн га. Сільському господарству потрібно щороку мати понад 10 млн т меліорантів, внесення яких скоротилося останніми роками. І однією із причин цього стала відсутність дефекату.

Усім відомо, що земля не має ціни без води, на ній відсутнє життя, тому заходи з накопичення, збереження та раціонального використання вологи неможливо переоцінити. Затримання на площі поля 1 м³ води і використання її для формування врожаю коштує в 10 разів менше, ніж подача її для зрошення з будь-якого джерела.

Головним фактором у формуванні врожаю сільськогосподарських культур і його якості є активна речовина мінеральних добрив. У рослинництві частка мінеральних добрив в енерговитратах перевищує 60 %.

Для формування необхідних об'ємів конкурентоспроможної продукції застосування мінеральних добрив необхідно довести до 8-9 млн т поживних речовин, або 270-330 кг/га посіву. Розрахунки, проведені вченими ННЦ «Інститут землеробства НААН», показують, що для формування лише валового збору зерна, передбаченого Національною програмою до 2015 року, не вистачає всієї наявної органічної маси. Для цього необхідно додатково вносити 1,3 млн т д. р. азоту.

Зменшення площ землі в обробітку, збільшення площ лукопасовищних угідь та лісонасаджень за збереження та відновлення цілісності земельних комплексів, здійснення технічного переоснащення галузі землеробства без дотації держави є неможливим. Ці заходи мають бути включені у програму дій Уряду. В основу державної політики потрібно покласти Концепцію ООН 1992 р. щодо навколишнього середовища, в якій проголошено: «Удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения людей должно достигаться не за счёт лишения такой возможности будущих поколений».

Історичний досвід свідчить, що людство завжди протиставляло екстремальним умовам – досягнення науки, науково-технічний прогрес.

І нині, і в майбутньому конкурентоспроможність продовольчої безпеки буде неперевершеною, отже, справа збереження землі, стабілізація землекористування і на цій основі підвищення ефективності землеробства будуть високо оцінені майбутніми поколіннями.

Список використаної літератури

1. Сайко В.Ф. Землеробство на шляху до ринку /УААН. – Ін-т землеробства. – К., 1997. - 48 с.
2. Измайльский А.А. Как высохла наша степь. – М.; Л.: ОГИЗ-Сельхозгиз, 1937.
3. Стейнфорт А.Р. Солома злаковых культур /А.Р., Стейнфорт – М.: Колос, 1983. –С.177.
4. Вилучення з інтенсивного обробітку малопродуктивних земель та їх раціональне використання: Методичні рекомендації /УААН, Ін-т землеробства/ за ред. В.Ф.Сайка. –К.: Аграрна наука, 2000. – 40 с.
5. Бараш С.И. История неурожая и погоды в Европе /С.И. Бараш. –Л.:Гидрометеиздат,1989. – 229 с.
6. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. М: ОГИЗ-Сельхозгиз, 1937.
7. Костычев П.А. О борьбе с засухами в черноземной области посредством обработки полей и накопления на них снега. – М.: Учпедгиз, 1949.

Стаття надійшла до редколегії 05.02.2014

STABILIZATION OF THE LAND USE AS A BASIS OF ADAPTIVE AGRICULTURE DEVELOPMENT IN THE LIGHT OF THE V. DOKUCHAEV'S DOCTRINE

V.F Kaminsky

NSC "Institute of Agriculture of NAAS"

(kamin.60@ukr.net)

The importance of V. Dokuchaev doctrine in the development of scientific bases of agriculture, conservation of soil fertility, rising the efficiency of land use in Ukraine in the present situation and the future in the context of adaptive agriculture development as a basic sector of agricultural production is highlighted. The necessity of optimization in Ukraine land use for reforestation and sustainable land development are substantiation.

Key words: land use, reforestation, agriculture, soil fertility, crop.

РОБОТИ МОЛОДИХ УЧЕНИХ

УДК 631.427

ВПЛИВ МІНІМІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА СТРУКТУРУ МІКРОБНИХ УГРУПОВАНЬ АЗОТНОГО ЦИКЛУ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО¹

Р.П. Вільний

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»
(ruslan-vilnyy@mail.ru)

Проведено порівняльну характеристику структури мікробних ценозів чорнозему типового за кількістю основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів, які беруть участь у процесах трансформації азотовмісних сполук за умов мінімізації обробітку ґрунту. Показано вплив мінімізації обробітку на розподіл мікробних угруповань азотного циклу у шарах ґрунту 0-10, 10-20, 20-30, 30-50 та 50-70 см. Встановлено спрямованість ґрунтових процесів за показниками мінералізації, оліготрофності та трансформації органічної речовини чорнозему типового під впливом мінімізації обробітку ґрунту.

Ключові слова: мінімізація обробітку ґрунту, мікроорганізми, біогенність, чорнозем типовий, культивування, нульовий обробіток.

Вступ. Обробіток ґрунту є важливою ланкою у системі землеробства, що відіграє провідну роль у формуванні та змінах біологічних властивостей ґрунтів, як екологічного середовища розвитку живих організмів, та сприяє активізації агрономічно важливих мікробіологічних процесів у ґрунті. Функціонування мікробіоценозів ґрунту є провідним фактором у формуванні ґрунтової родючості. Структура і функціонування мікробіологічного комплексу ґрунту змінюються залежно від різних екологічних умов [1].

Основна перевага технології мінімального обробітку ґрунту, яку ще називають «консервувальна», перед традиційною – це зменшення механічного тиску на ґрунт, збереження та поліпшення ґрунтової родючості, ресурсо- та енергоощадна ефективність. Важливою особливістю мінімального обробітку ґрунту є те, що, на відміну від оранки, верхній шар ґрунту не перевертається, а лише розпушується [2].

До більш сучасних систем відносять технологію No-till, основними складовими якої є: мінімальний механічний вплив на ґрунт, постійний рослинний покрив з живих або мертвих рослин, адаптовані сівозміни, застосування спеціальної техніки [1].

Ключова властивість ґрунту, що є індикатором впливу різних способів обробітку – це активність мікроорганізмів і безхребетних.

Результати проведених Л.Б. Бітюковою робіт вказують на те, що мікробні угруповання чорнозему типового представлено організмами з різноманітними фізіологічними функціями, які забезпечують трансформацію сполук азоту, вуглецю та гумусу. Встановлено, що обробіток з обертанням скиби, порівняно з безвідвальним обробітком, викликає більш глибоку мінералізацію азотовмісних органічних сполук у ґрунті, що супроводжується підвищенням чисельності спороутворювальних амоніфікувальних та нітрифікувальних бактерій і мікроорганізмів, які утилізують мінеральний азот у шарі ґрунту 0-40 см [3].

¹ Роботу виконано під керівництвом канд. біол. наук О.І. Маклюк

Все вищенаведене вказує на актуальність і необхідність продовження досліджень щодо впливу мінімізації обробітку певних типів ґрунтів на формування структури мікробних угруповань ґрунту.

Об'єкт та методи досліджень. Об'єктом дослідження були мікробні ценози чорнозему типового за різних способів обробітку ґрунту. Польові дослідження проводили на ділянках стаціонарного досліду дослідного поля Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва (Харківська область, Харківський район). Дослід закладено у 2006 році на чорноземі типовому для визначення ефективності технологій обробітку ґрунту різного ступеня інтенсивності за вирощування зернових культур у динамічній сівозміні. Із чотирьох варіантів схеми досліду, в якому вивчають різні способи обробітку ґрунту як основи технологій, ми вибрали два:

- Культивация передпосівна (КПЕ-3,8) на глибину 6-8 см;
- No-till – безпосередня сівба (Grate plains).

Порівняльний аналіз мікробіологічних характеристик чорнозему типового за різних систем обробітку ґрунту, визначення домінування певних мікробних угруповань та їх біорізноманіття проводили за загальноприйнятими методами ґрунтової мікробіології, у тому числі, висівання на селективні живильні середовища [4, 5]: органотрофних бактерій на МПА (м'ясо-пептоновий агар), мікроорганізмів, що засвоюють азот мінеральних сполук і актиноміцетів – на КАА (крохмально-аміачний агар), азотфіксаторів – на середовищі Доберейнер, оліготрофних мікроорганізмів – на ГА (голодний агар), олігонітрофілів – на середовищі Ешбі. Зразки ґрунту відбирали в період вегетації гречки у 2012 р. за загальноприйнятими методиками [7, 8].

Оцінку змін біологічної активності здійснювали за розрахунковими інтегрованими показниками, зокрема, параметри мінералізації, оліготрофності та трансформації органічної речовини, які характеризують напругу мінералізаційних процесів і трофічний режим ґрунту, розраховували за співвідношенням окремих груп мікроорганізмів, сумарний біологічний показник – за Дж. Ацці [6].

Опрацювання здобутих результатів проводили статистичними методами за допомогою програмного забезпечення STATISTICA 6.0.

Результати досліджень та їх обговорення. Як зазначено вище, антропогенний вплив викликає зміни у функціонуванні та структурі мікробіоценозів ґрунту, що в свою чергу, призводить до зміни протікання ґрунтових процесів та підвищення або втрати родючості ґрунту.

З огляду на провідну роль біогенного елементу азоту у підтримці родючості ґрунту та формуванні урожаю сільськогосподарських культур, ми проаналізували просторово-структурні характеристики основних агрономічно корисних екологічних груп мікроорганізмів, які беруть участь у трансформації азотовмісних сполук, під впливом двох різних способів обробітку ґрунту – культивування і нульового, по шарах ґрунту: 0-10, 10-20, 20-30, 30-50 і 50-70 см.

Кількість угруповань мікроорганізмів азотного циклу визначила особливості динаміки біогенності чорнозему типового. На варіанті культивування, у шарі ґрунту 20-30 см, спостерігали найбільший розвиток мікроорганізмів, що засвоюють органічні форми азоту (17,68 млн колонійутворювальних одиниць (КУО)/г), значно менше їх у шарах ґрунту 0-10 см – на 47,5 % та 10-20 см – на 41,5 %. Також зменшення чисельності бактерій спостерігається з глибини 30 см до 70 см на 58 % у відповідному шарі ґрунту (табл. 1).

На варіанті No-till виявлено більш рівномірне розповсюдження мікроорганізмів за глибиною, але найбільш збагаченими цією еколого-трофічною групою є шари ґрунту 10-20 см та 20-30 см, менша їх кількість у шарі 0-10 см, але це зниження не є суттєвим. З глибиною відбувається різке зниження чисельності бактерій у шарах 30-50 см та 50-70 см на 39 % та на 42 % відповідно, порівняно з найбільш насиченим варіантом.

1. Структура мікробних ценозів чорнозему типового за культивування та нульового обробітку ґрунту в період вегетації гречки

Варіант, шар ґрунту, см	Кількість мікроорганізмів, КУО млн /г ґрунту						
	м/о, що засвоюють органічні форми азоту	м/о, що засвоюють мінеральні форми азоту	актино- міцети	азотфік- сатори	оліго- трофи	оліго- нітрофіли	денітри- фікатори
Культивування, 0-10	9.27	47.66	7.85	2.64	9.84	15.98	3.00
Культивування, 10-20	10.34	46.11	6.91	2.54	8.63	14.46	3.50
Культивування, 20-30	17.68	19.47	6.25	4.07	9.76	17.35	1.30
Культивування, 30-50	7.27	16.12	6.99	1.11	7.40	8.23	2.00
Культивування, 50-70	7.31	6.78	2.36	0.47	6.43	4.60	1.30
No-till, 0-10	8.63	16.56	7.40	3.76	5.70	18.67	3.50
No-till, 10-20	9.00	13.42	8.40	2.17	5.17	16.97	1.30
No-till, 20-30	8.90	9.98	2.99	0.95	9.28	20.78	1.30
No-till, 30-50	5.46	4.87	2.17	0.70	3.88	3.93	1.30
No-till, 50-70	5.21	5.86	2.35	0.46	2.98	6.13	1.30
НІР 05	4,13	2,7	2,25	0,6	1,83	5,29	0,52

У цілому, біогенність шару ґрунту 0-30 см за культивування за кількістю цієї групи мікроорганізмів більша на 3,59 млн КУО/г, порівняно з варіантом нульового обробітку, що не є суттєвими розбіжностями.

Іншу динаміку відмічено за показником чисельності мікробного угруповання, що бере участь у засвоєнні мінеральних форм азоту: у шарі ґрунту 0-30 см за культивування зниження відмічено з глибини 20 см, але, в цілому, на цих варіантах значно більша біогенність, яка складає 37,7 млн КУО/г, що у 2,8 раза вища за аналогічні варіанти з No-till.

Особливу увагу було приділено чисельності мікроорганізмів, здатних до азотфіксації. Досліджено два еколого-трофічні угруповання, що за джерело вуглецю використовують солі органічних кислот та цукор. Більш рівномірно ці групи розподіляються на глибині 0-30 см і за культивування, і за нульового обробітку. Враховуючи всі коливання показника, в середньому чисельність азотфіксаторів на цій глибині за культивування становить 19,1 млн КУО/г, за No-till – 18,69 млн КУО/г. Узагальнення здобутих результатів за інтегрованим показником вказує на загальне для обох видів обробітку ґрунту зниження чисельності мікроорганізмів у ґрунті глибше 30 см (рис. 1). За культивування цей показник дещо більший, але аналізуючи окремі угруповання, слід зауважити, що така динаміка на цьому варіанті пояснюється значною кількістю мікроорганізмів, що засвоюють мінеральні форми азоту та денітрифікаторів. У свою чергу, варіант з нульовим обробітком значно відрізнявся кількістю азотфіксаторів у верхньому шарі ґрунту, що на 22 % більше ніж на варіанті з культивування.

На варіанті No-till найбільш біогенним є шар ґрунту 0-10 см, але глибше спостерігається значне зниження біогенності. У шарі ґрунту 0-10 см нульовий обробіток сприяє формуванню більш багатой мікрофлори порівняно з

культивациєю. Це можливо пояснити формуванням сприятливих умов вологозабезпеченості ґрунту саме з поверхневого шару 0-10 см, що неможливо було б за обробітку ґрунту особливо в зоні Лісостепу, де посушливий період може тривати декілька місяців.

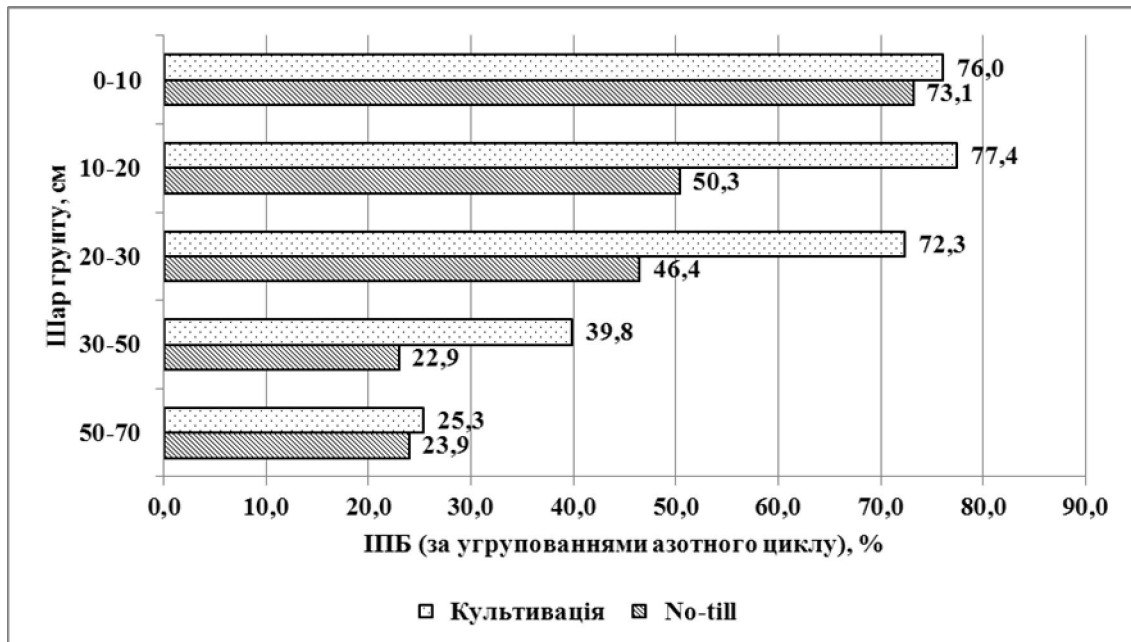


Рис. 1. Вплив мінімізації обробітку ґрунту на біогенність чорнозему типового (за кількістю мікробних угруповань азотного циклу) під час вегетації гречки

На сьогодні є протилежні висновки щодо необхідності інтенсифікації аборигенної мікрофлори, яка веде до зростання мінералізаційних процесів. Так, встановлено, у процесі обробітку ґрунту відбувається значне перемішування органічних залишків із мінеральною частиною ґрунту, в результаті чого збільшується поверхня взаємодії рослинних решток з ґрунтовою мікрофлорою і прискорюється розклад і мінералізація органічних речовин (з виділенням CO_2) [9].

За безвідвального обробітку ґрунту поживні залишки зосереджені у шарі ґрунту 0-15 см. Сукцесія мікроорганізмів, що розкладають рослинні рештки, стає подібною до комплексу мікроорганізмів цілинного ґрунту. Також збільшується чисельність бактерій і актиноміцетів, здатних житися мінеральними формами азоту [10]. Тому варто контролювати ці процеси за впровадження нових технологій, таких, як No-till.

Висновки. У наших дослідженнях встановлено, що під впливом різного ступеню мінімізації обробітку ґрунту відбуваються перебудови у просторово-функціональній структурі мікробного комплексу чорнозему типового. На варіанті передпосівної культивациі найвищий рівень біогенності ґрунту спостерігається у шарі 0-30 см.

Таким чином, виходячи з наведених вище результатів можна зазначити, що для розвитку всіх досліджуваних еколого-трофічних груп мікроорганізмів оптимальними є умови, що формуються у шарі ґрунту 0-30 см, як на варіанті No-till, так і на варіанті передпосівної культивациі. Але тенденція до зростання таких важливих угруповань, як азотфіксатори, виявлена саме на варіанті No-till.

У цілому, в зоні основної маси кореневої системи рослин (0-30 см) на варіанті передпосівної культивациі рівень біогенності формується вищий на 7,7 % порівняно з нульовим обробітком.

Список використаної літератури

1. *Медведев В.В.* Нульовий обробіток ґрунту в Європейських країнах. – Харків: ТОВ «ЕДЕНА», 2010. – 202 с.
2. *Косолап М.П.* Система землеробства No-till: Навч. посібник / М.П. Косолап, О.П. Кротінов. – К. : Логос, 2011. – 352 с.
3. *Битюкова Л.Б.* Биологические факторы плодородия чернозема Левобережной Лесостепи УССР при интенсивном земледелии / Л.Б. Битюкова, М.К. Плишко, Л.М. Зиль, Н.А. Туев / Труды всесоюзного научно исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии. Т. 58. – Ленинград, 1988. С. 30-35.
4. *Звягинцев Д.Г.* Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д.Г. Звягинцев, И.В. Асеева, И.П. Бабьева, Т.Г. Мирчинк – М. : МГУ, – 224 с.
5. *Якість ґрунту.* визначення чисельності мікроорганізмів у ґрунті методом висівання на тверде агаризоване живильне середовище : ДСТУ:2006.
6. *Ацци Дж.* Сельскохозяйственная экология / Дж. Ацци. – Москва – Ленинград, 1959. – 480 с.
7. *Якість ґрунту.* Відбір проб. Частина 6. Настанови щодо відбору, оброблення та зберігання ґрунту для дослідження аеробних мікробіологічних процесів у лабораторії (ISO 10381-6:1993, IDT) : ДСТУ ISO 10381-6:2001.
8. *ГОСТ 17.4.4.02-84* Охрана природы. Почвы. Метод отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа (Охорона природи. Ґрунти. Метод відбирання та підготування проб для хімічного, бактеріологічного, гельмінтологічного аналізування).
9. *Вудмэнси Р.Г.* Сравнительный анализ круговорота питательных веществ в природных и сельскохозяйственных экосистемах: поиски общих принципов. / Сельскохозяйственные экосистемы. Перев. с англ. под ред. А.О. Корначевского. М.: Агропромиздат, 1987. – С. 144-154.
10. *Шукула М.К.* Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві / За заг. ред. проф. М.К. Шукули. – Оранта, 1998. – 680 с.

Стаття надійшла до редколегії 30.10.2013

INFLUENCE OF THE SOIL TILLAGE MINIMIZATION ON THE STRUCTURE OF MICROBIAL POPULATIONS OF NITROGEN CYCLE OF THE CHERNOZEM TYPICAL

R.P. Vilnyy

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

It is carried out the comparative characteristic of the structure of microbial coenosis of the chernozem typical on parameters of the basic ecological-trophic groups of the microorganisms which take part in the processes of the transformation of nitrogen compounds under the conditions of the soil tillage minimization. It is showed the influence of the soil tillage minimization on the distribution of the microbial populations of nitrogen cycle in the soil layers 0-10, 10-20, 20-30, 30-50 and 50-70 cm. The trend of the soil processes on parameters of the mineralization, oligotrophy and transformation of organic matter of the chernozem typical under the influence of the soil tillage minimization is determined.

Key words: soil tillage minimization, microorganisms, biogenous, chernozem typical, cultivation, no-till.

УДК.631.417.2:631.445.41

УЧАСТЬ ДЕТРИТУ У ФОРМУВАННІ ВОДОСТІЙКИХ АГРЕГАТИВ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО У РІЗНИХ ЕКОСИСТЕМАХ²

О.С. Панасенко

Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва
(zhernova2007@rambler.ru)

Встановлено, що у формуванні структурних агрегатів окремі компоненти органічної частини ґрунту, залежно від характеру використання чорнозему типового, відіграють

² Роботу виконано під керівництвом доктора с.-г. наук, професора В.В. Дегтярьова

неоднакову роль. У формуванні водотривких структурних агрегатів розміром < 1 мм в усіх досліджених зразках ґрунту основна роль належить власне гумусовим речовинам. У складі агрегатів > 1 мм у ґрунті під ріллею і перелогом більшою є частка власне гумусових речовин, а у ґрунті цілинної ділянки та під лісосмугою провідна роль у формуванні агрегатів належить детриту. Через співвідношення власне гумусових речовин і детриту у всіх досліджених екосистемах виявлено закономірне посилення ролі детриту у формуванні крупних агрегатів.

Ключові слова: чорнозем типовий, органічна частина ґрунту, структурний агрегат, власне гумусові речовини, детрит.

Вступ. Органічна частина ґрунту, бере безпосередню участь у процесах структуроутворення, і обумовлює якість структурних агрегатів. Як зазначив М.І. Лактіонов [1], до складу органічної частини ґрунту входять принаймні чотири основних компоненти, в тому числі, детрит — напіврозкладені органічні рештки, що втратили свою форму й анатомічну будову. У науковій літературі дуже мало відомостей про його вміст та роль у складі органічної частини ґрунтів, умови накопичення та особливості подальших перетворень у процесі ґрунтоутворення. Тому питання про роль детриту у формуванні структурних агрегатів ґрунту викликає певний інтерес і є досить актуальним на сьогодні.

Огляд публікацій за темою. Найбільш цікавим і важливим аспектом проблеми участі гумусу в структуроутворенні є питання ролі складових органічної частини ґрунту в формуванні водостійких структурних агрегатів. Специфічні власне гумусові речовини (ВГР) і детрит являють собою найважливіші компоненти органічної частини ґрунту.

І.В. Тюрін припускав, що завдяки надмірній кількості в цілинних ґрунтах маси трав'яної рослинності процеси перетворення її мікроорганізмами дещо уповільнюються. Відбувається консервація напіврозкладених відмерлих рослинних решток, які втратили свою анатомічну будову, у вигляді «лігногуматів» або детриту [2].

В.В. Медведєв із співавторами [3] констатують поліпшення фізичних властивостей чорнозему типового під впливом тривалого застосування органічних добрив (гній). Це обумовлено багатьма факторами, в тому числі, зростанням умісту детриту.

М.І. Лактіонов [4] встановив, що цілинні ґрунти містять найбільшу кількість детриту, майже 40 % від загального вмісту гумусу, у верхньому шарі. І довів за допомогою експерименту, що детрит цілинного ґрунту адсорбує на своїй поверхні ВГР, натомість, детрит орного ґрунту майже не здатний до цього. Різниця між властивостями детриту є закономірною. У ґрунті цілини детрит — це продукт глибокого розкладу органічних решток. Його консервація тут відбувається внаслідок поступового погіршення умов аерації (утворення степової повсті) для тих груп мікроорганізмів, які здатні переробляти органічні рештки на найпізніших етапах їх розкладу. Тому детрит у цілинному ґрунті представлений в основному клітковиною, яка активно адсорбує ВГР.

Розглядаючи гумусові речовини як агенти структуроутворення у чорноземах, тривало удобрюваних гноєм, Т.М. Лактіонова [5] зазначає, що детрит, з адсорбованими на його поверхні ВГР, безпосередньо залучається у процеси агрегування твердої фази ґрунту, іншими словами, виконує роль зв'язувального матеріалу під час утворення структурних макроагрегатів.

Короткий огляд літератури свідчить, що функції детриту, як чинника

Установлено, що найвищою водотривкістю характеризується структура чорнозему під абсолютною цілиною і під перелогом, де коефіцієнти водотривкості значно вищі, порівняно з орним ґрунтом. Структура чорнозему під лісосмугою є більш водотривкою, ніж під ріллею, але менш тривкою порівняно з чорноземом природної і постагrogenної екосистем.

Визначення вмісту компонентів гумусу у водотривких структурних агрегатах чорнозему цілини (рис. 1) показало, що уміст детриту в агрегатах розміром > 3 мм у шарі 0-10 см становить 5,50 %, з глибиною поступово знижується, і вже у шарі 40-50 см становить 3,35 %. Уміст ВГР, порівняно з умістом детриту, дещо нижчий. В орному ґрунті вміст детриту у таких самих агрегатах значно нижчий порівняно з усіма іншими варіантами.

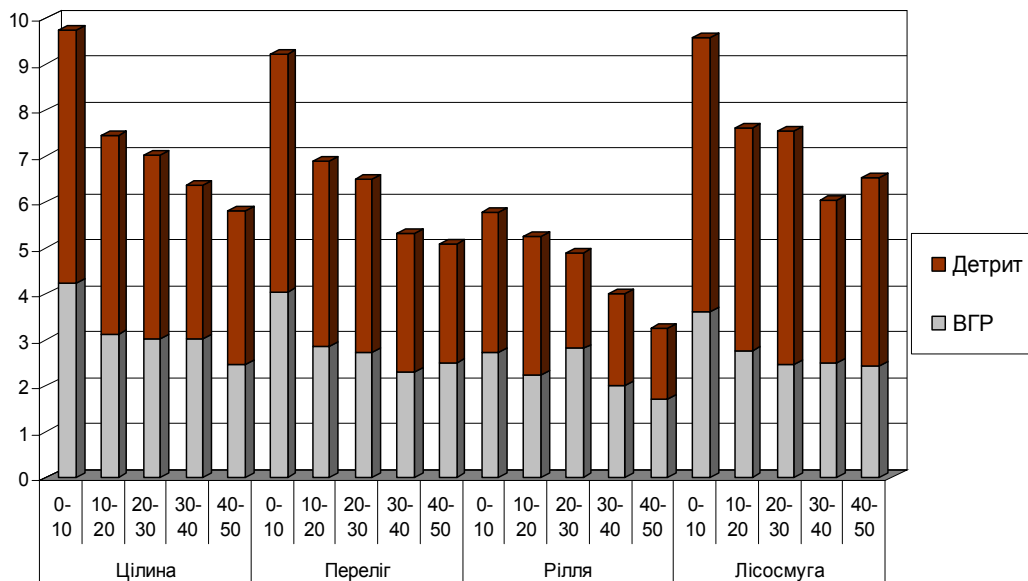


Рис. 1. Уміст власне гумусових речовин і детриту у водотривких структурних агрегатах розміром > 3 мм, % (у шарах ґрунту від 0 до 50 см)

Дещо інша залежність проявляється за вмістом детриту у чорноземі під перелогом. Уміст ВГР нижчий за вміст детриту у верхньому шарі (4,04 %), а з глибиною він різко знижується. Це свідчить про те, що у разі заростання орного ґрунту природною рослинністю уміст детриту у складі макроагрегатів зростає, що особливо помітно у шарі 0-30 см. У ґрунті під деревною рослинністю водотривкі агрегати розміром > 3 мм мають найвищий уміст детриту у шарі 0-10 см (5,96 %), який з глибиною змінюється не рівномірно.

Уміст детриту в агрегатах розміром 3-1 мм чорнозему цілини (рис. 2) у шарі 0-10 см становить 4,57 %, але з глибиною він помітно зменшується, так само, як і вміст ВГР. В орному ґрунті вміст детриту в агрегатах цього розміру є найменшим, порівняно з усіма досліджуваними варіантами, але у шарі 10-20 см він дещо підвищується, що ми пояснюємо наявністю значної кількості органічних решток, постійно заорюваних на цю глибину. Щодо ВГР, можна сказати, що їх уміст переважає вміст детриту. Агрегати розміром 3-1 мм у чорноземі під перелогом, як і агрегати > 3 мм, мають вищий уміст і детриту і ВГР у своєму складі, порівняно зі структурними агрегатами ріллі. Насадження деревної рослинності певною мірою впливає на уміст детриту у структурних агрегатах гумусово-аккумулятивного горизонту. Зокрема, у шарі 0-10 см вміст детриту перевищує такий навіть в агрегатах цілини.

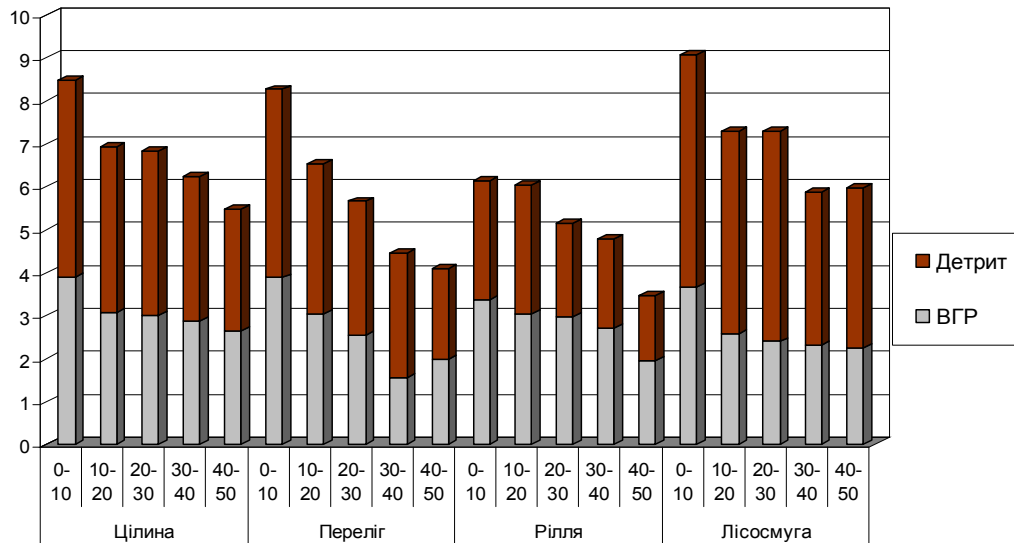


Рис. 2. Уміст власне гумусових речовин і детриту у водотривких структурних агрегатах розміром 3–1 мм, % (у шарах ґрунту від 0 до 50 см)

У структурних агрегатах розміром 1-0,25 мм цілинного чорнозему уміст детриту з глибиною майже не змінюється. Уміст ВГР також високий, але з глибиною зменшується (рис. 3).

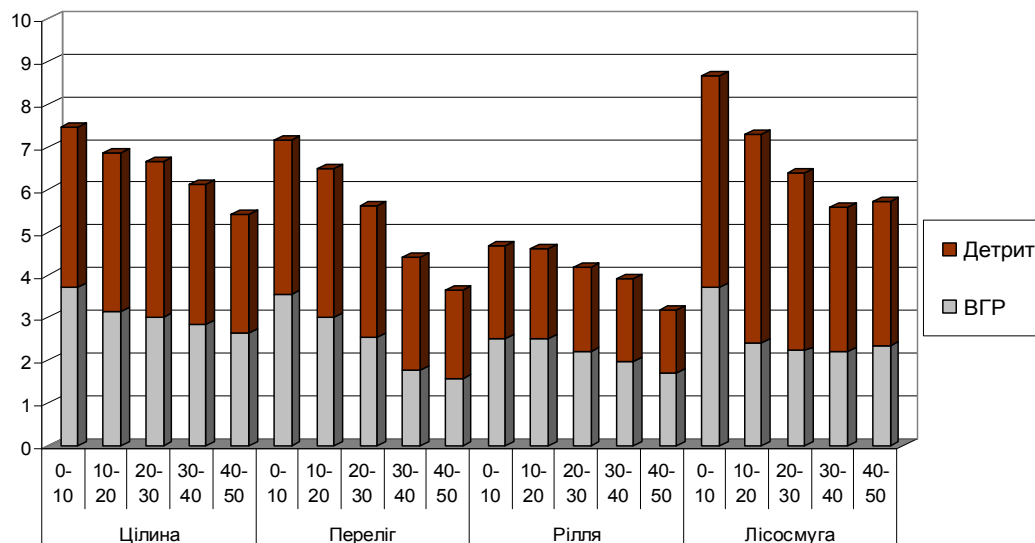


Рис. 3. Уміст власне гумусових речовин і детриту у водотривких структурних агрегатах розміром 1 - 0,25 мм, % (у шарах ґрунту від 0 до 50 см)

Під перелогом уміст ВГР і детриту в агрегатах цього розміру у шарі 0-10 см становить 3,53 і 3,62 % відповідно, а з глибиною обидва параметри зменшуються. Розорювання чорнозему типового зменшує уміст детриту і ВГР в цих агрегатах, але насадження деревної рослинності – помітно підвищує. Це стосується усієї дослідженої товщі ґрунту.

Найдрібніші структурні агрегати (< 0,25 мм) загалом характеризуються найменшим умістом ВГР і детриту порівняно із агрегатами більшого розміру (рис. 4). Режим перелогоу сприяє збільшенню в них вмісту детриту, навіть у нижніх шарах, на відміну від ріллі. Орний ґрунт містить значно менше детриту у водотривких структурних агрегатах < 0,25 мм порівняно з групою агрегатів

> 0,25 мм і частка ВГР у складі гумусу у цих агрегатах значно збільшується. На нашу думку, це може бути пов'язано зі зміною ґрунтово-біологічних режимів, видового складу мікроорганізмів та їх кількості внаслідок розорювання цілинних чорноземів. У ґрунті під деревною рослинністю виявили більш високий вміст детриту і ВГР в агрегатах < 0,25 мм.

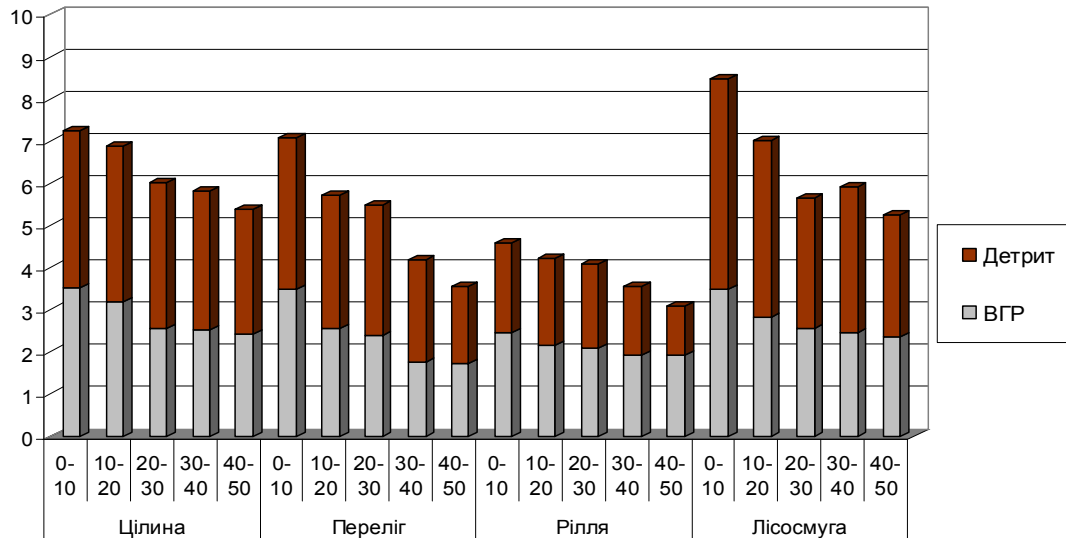


Рис. 4. Уміст власне гумусових речовин і детриту у водотривких структурних агрегатах < 0,25 мм, % (у шарах ґрунту від 0 до 50 см)

М.І. Лактіонов та В.В. Дегтярьов вперше запропонували показник якісного складу органічної частини ґрунту, як співвідношення ВГР і детриту. Автори встановили, що розорювання чорноземів типових супроводжується невеликим зменшенням вмісту ВГР, але різким зменшенням вмісту детриту, тобто, розорювання викликає розширення співвідношення ВГР і детриту [7].

Розрахунок співвідношення ВГР і детриту (Д) в структурних агрегатах чорнозему типового Михайлівської цілини показав, що у шарі 0-10 см на цілині у водотривких структурних агрегатах розміром > 3 мм і < 0,25 мм воно становить 0,77 – 0,95, в агрегатах розміром 1-0,25 мм – 0,99 (рис. 5).

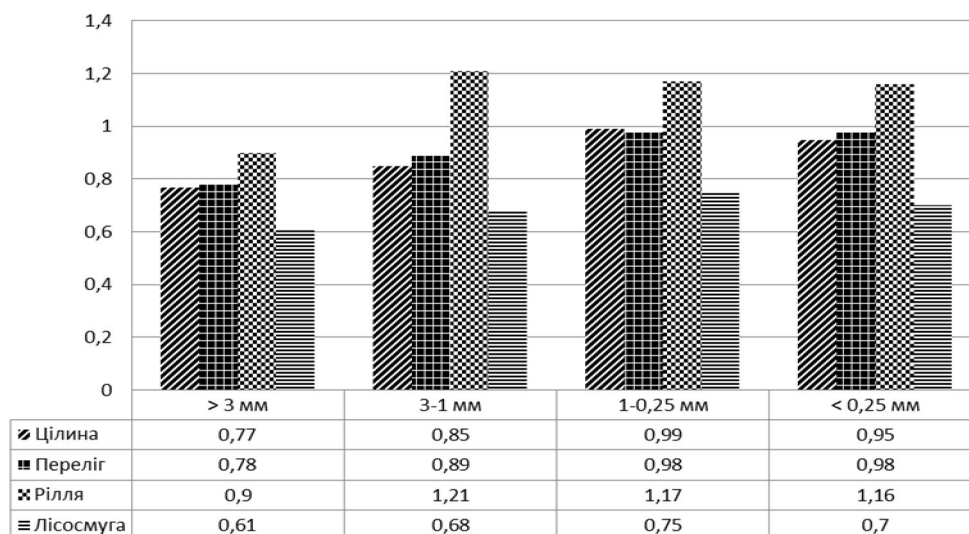


Рис. 5. Співвідношення ВГР: Детрит у структурних агрегатах чорнозему типового (шар 0-10 см)

Розорювання цілинних чорноземів та їх використання у ріллі протягом 77 років призводить до помітного зростання співвідношення ВГР:Д в агрегатах розміром > 3 мм і, особливо, в агрегатах розміром < 3 мм. Режим перелугу сприяє зниженню співвідношення ВГР : Д, порівняно з орним ґрунтом, особливо це виражено в агрегатах розміром < 3 мм. У ґрунті під лісосмугою співвідношення ВГР : Д в усіх структурних агрегатах є найнижчим, порівняно з іншими варіантами, і знаходиться майже в однакових межах (0,61 – 0,70), не залежно від розміру агрегатів.

Висновки

1. У формуванні водотривких структурних агрегатів чорнозему типового розміром < 1 мм основна роль належить власне гумусовим речовинам, а агрегатів > 1 мм – детриту. Виявлено, що в цілинному ґрунті і у ґрунті під лісосмугою у складі органічної частини структурних агрегатів переважає детрит, але зі зменшенням розміру агрегатів його частка суттєво знижується і дорівнює кількості ВГР. В орному чорноземі вміст детриту в крупних структурних агрегатах суттєво знижується і зростає роль ВГР. У формуванні водотривких агрегатів > 1 мм у чорноземі під ріллею і перелогом дещо більша роль належить ВГР, а у ґрунті цілинної ділянки та під лісосмугою провідна роль безперечно належить детриту.

2. Характерним для всіх досліджуваних варіантів чорнозему є зниження співвідношення вмісту ВГР і вмісту детриту зі збільшенням розміру структурних агрегатів, що свідчить про суттєву роль детриту у формуванні крупних водотривких агрегатів.

Список використаної літератури

1. *Лактионов Н.И.* Органическая часть почвы в агрономическом аспекте: монография / Н. И. Лактионов / Харьк. гос. аграр. ун-т им. В. В. Докучаева.— Харьков, 1998.— 122 с.
2. *Тюрин И.В.* Органическое вещество почв / И.В. Тюрин.— М.: Сельхозгиз, 1937.
3. *Медведев В.В.* Влияние органических удобрений на гумусовое состояние и физические свойства чернозема типичного Лесостепи УССР / В. В. Медведев, Г. Я. Чесняк, Т. Н. Лактионова // Органическое вещество пахотных почв / Науч. тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева.— М., 1987.— С. 90-96.
4. *Лактионов М.И.* Якісні перетворення гумусу чорноземів типових під впливом основного обробітку/ М.І. Лактионов, В.В. Дегтярьов, О.Ю. Малюга// Ґрунти України: еволюція, систематика, окультурення, оцінка, моніторинг, географія, використання: наук. конф., присвяч. 50-річчю факультету агрохімії та ґрунтознавства, черв. 1996 р.: тези доп.— Харків, 1996.— С. 63-64.
5. *Лактионова Т.Н.* Влияние длительного применения органических удобрений на структурное и гумусовое состояние чернозема типичного Лесостепи Украинской ССР: дис. канд. с.-х. наук: 06. 01. 03./ Лактионова Татьяна Николаевна.— Харьков, 1985.—189 с.
6. *Практикум з ґрунтознавства:* навч. посібник / Д.Г. Тихоненко, В.В. Дегтярьов, С.В. Крохін [та ін.]; за ред. проф. Д.Г. Тихоненка, В.В. Дегтярьова.— Харків: Майдан, 2009.— 448 с.
7. *Лактионов Н.И.* Качество гумуса и плодородие почв / Н.И. Лактионов, В.В. Дегтярев // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева.— М., 1988.— Вып. 48.— С. 31-35.

Стаття надійшла до редколегії 14.02.2014

DETRITUS PARTICIPATION IN WATER-RESISTANT UNITS FORMATION OF CHERNOZEM TYPICAL IN DIFFERENT ECOSYSTEMS

O.S. Panasenko

Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaev
(zhernova2007@rambler.ru)

It was found that individual components of the soil organic part, depending on the way of chernozem typical usage, play different roles in the formation of soil structural units. In all soil samples the actual humic substances play the main role in up to 1 mm size water-resistant structural aggregates formation. In

tillage and fallow chernozem the actual humic substances have the higher content in more than 1 mm size soil aggregates formation, but in virgin steppe soils and forest belts soils the detritus plays the leading role. Through the proper ratio of actual humic substances and detritus the regular strengthening the detritus role has been revealed in large aggregates formation at all studied ecosystems.

Key words: *chernozem typical, the organic part of the soil, structural unit, actual humic substances, detritus.*

УДК 631.43:631.445.1(282.243.7.044)

ЩІЛЬНІСТЬ БУДОВИ АЛЮВІАЛЬНИХ ҐРУНТІВ ДОЛИНИ Р. ПРУТ³

І.В. ДУМІХ

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»
(dumixigor@mail.ru)

Досліджено загальні фізичні властивості основних різновидів алювіальних ґрунтів у заплавної долині р. Прут. Встановлено приналежність алювіальних ґрунтів у заплаві р. Прут переважно до середньощільних. Встановлено, що параметри щільності будови, щільності твердої фази та пористості рідко виходять за межі допустимих для ведення інтенсивного луківництва значень. Вони залежать від генетичних особливостей ґрунту, його гумусованості, наявності кореневої маси та гранулометричного складу.

Ключові слова: *алювіальні ґрунти, щільність будови, щільність твердої фази, пористість.*

Актуальність та зміст досліджень. Ґрунти заплави р. Прут, що періодично затоплюються повеневими і паводковими водами, мають порівняно значні площі у межах Передкарпаття і, поряд з цим, вони є слабо дослідженими, як для ґрунтознавчої, так і для агрономічної науки. Стан ґрунтового покриву значною мірою визначається фізичними властивостями ґрунту. Вони впливають на формування фізико-хімічних, морфологічних та агрономічних властивостей ґрунту. Фізичні властивості визначають ступінь окультурення та екологічний стан ґрунтового покриву.

Об'єктами досліджень були ґрунти нижньотерасових періодично затоплюваних рівнин заплави р. Прут. Дослідженнями охоплено алювіальні ґрунти в межах Коломийського і Снятинського районів Івано-Франківської області та Новоселицького району Чернівецької області (всього закладено і описано 28 розрізів, відібрано 95 зразків за генетичними горизонтами, включаючи підґрунтя). Закладку контрольних розрізів здійснювали за маршрутом, що пересікав приуслову (розріз 13), центральну (6), і притерасову (3) частини заплави р. Прут з виходом на першу і другу надзаплавні тераси.

Методи досліджень. Визначення щільності будови ґрунту здійснювали згідно з ДСТУ ISO 11272-2001[1], щільності твердої фази ґрунту – пікнометричним методом (ДСТУ 4745:2007) [2], загальної пористості – розрахунковим методом за відомою формулою. Для визначення варіабельності параметрів фізичних показників досліджених ґрунтів виконано статистичний аналіз за допомогою програми Statistica 6.0. Вибірку компонували в межах типів і підтипів, до якої залучали параметри щільності та загальної пористості верхніх горизонтів досліджених ґрунтів.

³ Науковий керівник роботи – член-кор. НААН, доктор с.-г. наук, професор Р.С. Трускавецький

Результати досліджень. Щільність будови є важливою ознакою фізичних характеристик ґрунту, незважаючи на її часову і просторову динамічність залежно від характеру його використання і генетичних властивостей. Тому характерною особливістю ґрунтового покриву заплав є надзвичайно висока просторова неоднорідність [3]. Певним чином впливає на щільність будови зволоженість ґрунту та інтенсивність розвитку кореневої системи лучних фітоценозів.

Для заплавних ґрунтів важливу роль відіграє характер випасання худоби, стан травостою та повеневий режим. В умовах затоплення, залежно від його тривалості і напору води, відбувається ущільнення ґрунтової маси.

Отже, названі чинники призводять до формування високо контрастних параметрів щільності та пористості у заплавних ґрунтах. У цьому процесі немаловажну роль відіграють сучасні алювіальні наноси під час затоплення нижньотерасових територій річкової долини. У процесі ущільнення ґрунтів відбувається зменшення загального об'єму та зміна структури пор. Ущільнений ґрунт погано вбирає та фільтрує вологу, а це, за наявності зливових опадів, сприяє посиленню поверхневого стоку та виникненню ерозійних процесів. На значній площі заплав ущільнення призводить до дефіциту кисню та розвитку глейових процесів, що позначається, в кінцевому підсумку, на якості та величині урожаю лучного травостою.

Згідно з існуючими градаціями [4, 5], ґрунти за щільністю будови поділяють на такі групи: дуже пухкі (менше 1,0 г/см³); пухкі (1,00-1,20); середньощільні (1,20-1,40); щільні (1,40-1,50); дуже щільні (понад 1,50). Для заплавних ґрунтів, які використовують переважно під сінокісно-пасовищні угіддя, наведені градації вимагають корекції. Тут важливо диференціювати ґрунти за рівнем придатності їх для ведення інтенсивного луківництва, використовуючи передусім параметри щільності будови.

Параметри щільності та загальної пористості визначали за генетичними горизонтами основних типів і підтипів ґрунтів заплави р. Прут. Для прикладу в таблиці 1 наведено зазначені параметри типових розрізів, закладених на різних геоморфологічних частинах заплави (прирусловій, центральній, притерасній,) та другій надзаплавній терасі (улоговина).

1. Щільність та загальна пористість основних типів ґрунтів заплави р. Прут

Генетичний горизонт	Потужність горизонту, см	Щільність будови, г/см ³	Щільність твердої фази, г/см ³	Пористість загальна, %
Розріз 13. Алювіальний дерновий супіщаний шаруватий на піщаному сучасному алювії, м. Чернівці				
Нк	2-19	1,37	2,62	47,6
Нрк	19-38	1,38	2,64	47,6
P(h)k	38-66	1,37	2,62	47,7
Рк	66-83	1,37	2,61	47,4
Розріз 6. Алювіальний лучний середньосуглинковий на алювіальному суглинку, підстеленому валуно-галечниковим алювієм, с. Тростянка				
Н	5-22	1,29	2,52	48,7
Нр	22-37	1,44	2,62	45,0
Phk(gl)	37-60	1,42	2,64	46,2
P1k(gl)(q)	60-70	1,42	2,60	45,4
Розріз 3. Алювіальний лучно-болотний важкосуглинковий на алювіальному мулі, поблизу м. Снятин				
HGlk	8-28	1,06	2,61	59,4
HGlk	28-51	1,08	2,63	58,9
Перегнійно-торфовий на оглеєному суглинку				
НТ	0-20	0,25	1,85	86,5

У відповідності до вищенаведеної градації досліджені нами алювіально-дернові та алювіально-лучні ґрунти прируслової та центральної частин заплави належать до середньо-ущільнених, притерасової (лучно-болотні ґрунти) до пухких, а перегнійно-торфовий – до дуже пухких. Такий розклад заплавних ґрунтів за щільністю будови обумовлений, передусім, величиною вмісту органічної речовини і наявністю кореневої маси рослин. У верхньому горизонті щільність будови, як правило, менша і, відповідно, цей горизонт характеризується більш високою пористістю. Різко відокремлюється перегнійно-торфовий ґрунт, якому притаманні надто високі параметри пористості та низький рівень щільності будови.

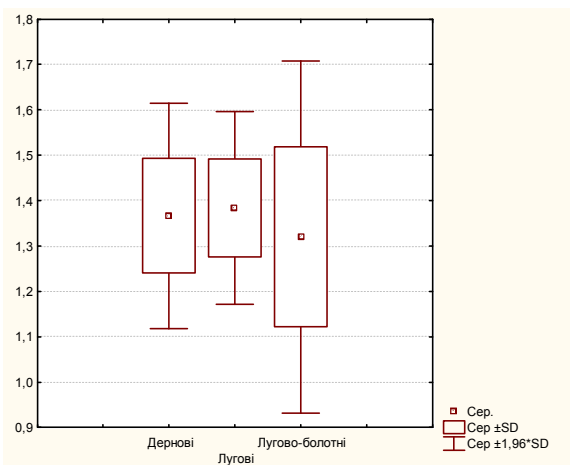
Облік фітомаси при кожному розрізі показав, що в межах встановлених параметрів щільності будови останні не впливали на продуктивність лучного травостою. Виключенням є окремі ділянки лучно-болотних ґрунтів, де щільність будови верхнього горизонту досягала максимуму (табл. 2) і перевищувала $1,50 \text{ г/см}^3$. Проте низька продуктивність алювіально-дернового ґрунту в даному випадку пов'язана не стільки зі щільністю будови як із дефіцитом поживних речовин.

2. Показники варіабельності щільності будови в алювіальних ґрунтах

Ґрунти	Горизонт	n	Середнє	Мінімум	Максимум	Дисперсія	Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіабельності
Алювіальні дернові	Н	10	1,35	1,29	1,43	0,002	0,049	3,62
Алювіальні лучні	Н	11	1,31	1,14	1,43	0,011	0,105	8,01
Алювіальні лучно-болотні	Н	7	1,26	1,03	1,56	0,062	0,25	19,8

Статистичний аналіз показав, що варіабельність параметрів щільності будови дернових та лучних ґрунтів не є високою, а в лучно-болотних вона середня з наближенням до високої. За середнім значенням щільності будови досліджені ґрунти заплави р. Прут належать за шкалою Качинського до середньощільних.

Для виявлення впливу генетичних особливостей алювіальних ґрунтів проведено аналіз зміни щільності будови між типами і підтипами алювіальних ґрунтів заплави р. Прут. (рис.1).



1 - дернові ґрунти; 2 - лучні; 3 - лучно-болотні

Рис.1. Параметри щільності будови алювіальних ґрунтів

Отримані дані вказують на тенденцію зростання амплітуди коливання варіабельності параметрів щільності будови від дернових ґрунтів до лучно-болотних ґрунтів, тобто в напрямку до надзаплавних терас. Відомо, що щільність твердої фази є одним із найстабільніших параметрів ґрунту. Порівняно з іншими фізичними показниками, її значення коливаються у вузьких межах і їх динамічність слабо виражена. Однак, на щільність твердої фази помітно впливає

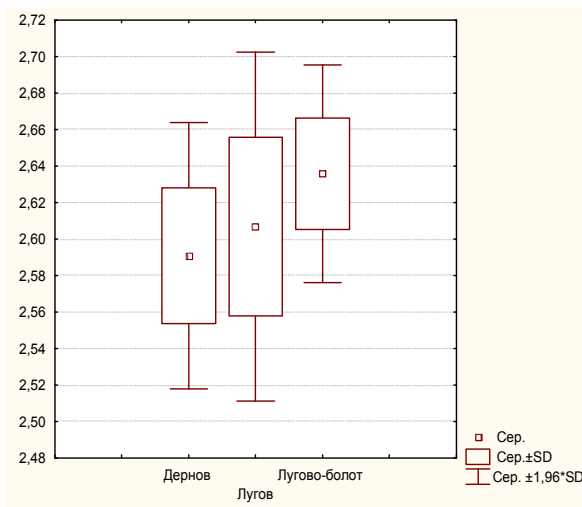
хімічний, гранулометричний і літологічний склад ґрунту та вміст органіки. Найбільш суттєво щільність твердої фази залежить від співвідношення між мінеральною і органічною частинами ґрунту. Вузький діапазон коливань цього показника відмічено в межах ґрунтового профілю (див. табл. 1). Незначні відхилення параметрів щільності обумовлені також різним вмістом кварцу та якості гумусу, про що говорять і літературні дані [4].

Статистичний аналіз показав, що варіабельність щільності твердої фази менш виражена ніж щільності будови. Окрім того амплітуда коливань щільності твердої фази, на відміну від щільності будови, більш висока для лучних ґрунтів (для порівняння див. рис. 1-2).

Відмічено чітку різницю амплітуди коливань щільності твердої фази в алювіальних ґрунтах різної генетичної приналежності. В алювіально-дернових ґрунтах прируслової частини заплави щільність твердої фази в гумусових горизонтах коливається в межах 2,49-2,62 г/см³, в алювіально-лучних центральної частини заплави 2,52-2,66 г/см³, в алювіально-лучно-болотних 2,60-2,64 г/см³.

3. Показники варіабельності щільності твердої фази в верхньому горизонті алювіальних ґрунтів

Ґрунти	Горизонт	n	Середнє	Мінімум	Максимум	Дисперсія	Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіабельності
Алювіальні дернові	Н	10	2,58	2,49	2,62	0,0014	0,038	1,47
Алювіальні лучні	Н	11	2,58	2,52	2,66	0,0027	0,053	2,05
Алювіальні лучно-болотні	Н	7	2,62	2,60	2,64	0,00025	0,015	0,57



1 – дернові ґрунти; 2 – лучні; 3 – лучно-болотні

Рис.2. Зміни щільності твердої фази залежно від типу алювіальних ґрунтів

Сталість оптимального співвідношення між рідкою фазою ґрунту і повітрям значним чином пов'язана зі структурою порового простору ґрунту, яка є важливим фактором, що зумовлює формування водного режиму ґрунтів. Для заплавного режиму необхідно щоб повеневі води добре всотувались у ґрунт, депонувались в ньому з забезпечуючи лучні трави вологою. Визначені нами параметри загальної пористості, їх статистичний обробіток та параметричні зміни повністю синхронні з результатами досліджень щільності будови, які охарактеризовані нами вище. Про це свідчать дані таблиці 4.

4. Показники варіабельності загальної пористості в алювіальних ґрунтах у верхніх горизонтах

Ґрунти	Горизонт	n	Середнє	Мінімум	Максимум	Дисперсія	Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіабельності
Алювіальні дернові	Н	10	47,3	44,3	49,9	3,78	1,94	4,10
Алювіальні лучні	Н	11	49,3	43,1	55,1	16,12	4,01	8,13
Алювіальні лучно-болотні	Н	7	51,5	40,0	61,1	97,60	9,87	19,16

Висновки. Результати з визначення параметрів щільності будови, щільності твердої фази та загальної пористості показали:

– за щільністю будови більшість ґрунтів заплавної долини і надзаплавних нижньотерасових рівнин р. Прут належать до середньоущільнених з коливанням параметрів цього показника у верхньому генетичному горизонті в межах 1,3-1,4 г/см³;

– для заплавних ґрунтів з використанням переважно під сінокісно-пасовищні угіддя існуюча градація за щільністю будови вимагає корекції залежно від генетичних особливостей ґрунту та його використання.

Список використаної літератури

1. *Якість ґрунту*. Визначення щільності складення на суху масу (ДСТУ ISO 11272-2001).
2. *Якість ґрунту*. Визначення щільності твердої фази пікнометричним методом (ДСТУ 4745:2007).
3. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. М.: Агропромиздат, 1986. - 416 с. 86.
4. Качинский Н.А. Физика почвы/ Н.А. Качинский – Москва, 1965. – Ч.1. – 322 с.
5. Медведев В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов. М.: ВО "Агропромиздат", 1988. -160 с.

Стаття надійшла до редколегії 19.01.2014

BULK DENSITY OF ALLUVIAL SOILS IN VALLEY OF PRUT RIVER

I.V. Dumikh

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

(dumixigor@mail.ru)

The general physical properties of the main varieties of alluvial soils in the floodplain valley of Prut river were investigated. The identity of alluvial soils in the floodplain of Prut river mainly to medium density was determined. It was noted that the parameters of the density structure, density of the solid phase and porosity rarely go beyond the permissible scope for conducting intensive grass farming values. They depend on the genetic characteristics of the soil, its humus content, the presence of root mass and granulometric composition.

Key words: alluvial soils, bulk density, density of the solid phase, porosity.

УДК 631.81; 633.854.78

ДИНАМІКА ВМІСТУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ҐРУНТІ І ЛИСТЯХ СОНЯШНИКА ЗА ТРИВАЛОГО УДОБРЕННЯ

Г.А. Капустіна

Одеська філія ДУ «Держґрунтохорона»

(odessa_cgp@i.ua)

Наведено результати досліджень динаміки зміни вмісту мікроелементів (Mn, Zn, Cu, B) у ґрунті і в листі рослин соняшника впродовж вегетаційного періоду за різного удобрення органічними та мінеральними добривами. Дослідження проведено в умовах польового стаціонарного досліді у зоні південного Степу; проби ґрунту і рослин синхронно відбирали чотири рази за вегетаційний період згідно з фазами розвитку рослин. Виявили, що тривале (чотири ротації) внесення мінеральних добрив як окремо, так і на фоні гною (8 т/га і 15 т/га) сприяє підвищенню вмісту мікроелементів у листі. Від початку до кінця вегетації вміст мікроелементів знижується, як у ґрунті, так і в рослинах. Динаміка змін для кожного з досліджуваних мікроелементів має свої особливості.

Ключові слова: мікроелементи, соняшник, південний Степ.

Вступ. Роль мікроелементів у живленні рослин багатогранна. Зокрема Mn, Zn, Cu, B та інші підвищують активність багатьох ферментних систем в організмі рослин і поліпшують використання інших елементів живлення з ґрунту [1]. Мікроелементи беруть активну участь у фотосинтезі, диханні, вуглеводному й білковому обміні та впливають на інтенсивність біохімічних реакцій [2, 3, 4]. Вплив органічних і мінеральних добрив на вміст мікроелементів у сільськогосподарських рослинах розкрито у наукових працях багатьох авторів [5, 6, 7]. Динаміку вмісту мікроелементів у рослинах соняшника протягом вегетації в посушливих умовах півдня України практично не досліджували, тому цьому й присвячено дану роботу.

Мета роботи – встановити вплив післядії довготривалого внесення органічних і мінеральних добрив на динаміку вмісту мікроелементів у ґрунті та у листі соняшника протягом вегетаційного періоду культури.

Методика та умови досліджень. Дослідження проводили на базі стаціонарного польового досліді ІСГ Причорномор'я НААН, який закладено у 1972 році на чорноземі південному важкосуглинковому в посушливих умовах Степу.

Чергування культур у сівозміні: чорний пар, пшениця озима (*Triticum aestivum* L.), кукурудза на зерно (*Zea mays* L.), горох (*Pisum sativum*), пшениця озима (*Triticum aestivum* L.), кукурудза молочно-воскової стиглості (*Zea mays* L.), пшениця озима (*Triticum aestivum* L.), соняшник (*Helianthus annuus* L.).

Вирощували такі гібриди соняшника: Меридіан, Альянс, Альтес, Сержон, Хорс.

За період досліджень пройшло чотири ротації сівозміни. Перша ротація була 10-пільною, наступні – 8-пільні. Варіанти польового досліді – сумарна кількість добрив, внесених на 1 га сівозмінної площі за чотири ротації сівозміни представлені у таблиці 1.

1. Обсяг внесених добрив за чотири ротації сівозміни

Варіант ¹⁾	Сумарна кількість добрив, т/га			
	ґній	мінеральні (д.р.)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль (без добрив)	0	0	0	0
ґній–8 т/га + N _{56.5} P _{47.8} K _{41.8}	245	1,675	1,435	1,255
N _{56.5} P _{47.8} K _{41.8}	0	1,675	1,435	1,255
ґній – 15 т/га + N _{56.5} P _{47.8} K _{41.8}	410	1,675	1,435	1,255
¹⁾ середні норми на 1 га сівозмінної площі за чотири ротації сівозміни				

З мінеральних добрив застосовували аміачну селітру (NH₄NO₃), суперфосфат гранульований (Ca(H₂PO₄)₂·H₂O+H₃PO₄+2CaSO₄·2H₂O) та калійну сіль (KCl). Добрива вносили восени під оранку зябу.

Повторність варіантів 3-кратна, розмір дослідної ділянки – 48 м².

Для визначення вмісту рухомих форм Mn й Zn у зразках ґрунту використовували ацетатно-амонійний буферний розчин з рН 4,8, для визначення вміст рухомих форм Cu – розчин 1н HCl [8, 9, 10], бору [11].

Для визначення вмісту мікроелементів у рослинах використано стандартні методики [12, 13].

Проби ґрунту відбирали з орного шару і готували змішаний зразок з кожного варіанту досліді у чотирьох повтореннях. Проби листя рослин відбирали

у кількості 10 повторень з одного варіанта досліду і готували 4 змішаних зразка після висушування рослинного матеріалу. Відбирання проб ґрунту і рослин здійснювали синхронно, згідно з фазами розвитку рослин.

Результати досліджень. Встановлено, що вміст мікроелементів у ґрунті та рослинах змінюється протягом вегетації соняшника. Уміст марганцю в орному шарі ґрунту без внесення добрив у фазі 4-6 листків становив 70,94 мг/кг ґрунту, а на період повної стиглості зменшився до 43,7 мг/кг ґрунту (табл. 2).

2. Динаміка вмісту мікроелементів у ґрунті й рослинах соняшника за фазами розвитку рослин протягом вегетації (середнє за гібридами, 2006-2008 рр.)

Варіант	Об'єкт	Вміст мікроелементів у ґрунті і рослинах за фазами розвитку рослин (мг/кг ґрунту і мг/кг сухої речовини)			
		4–6 лист	бутонізації	цвітіння	повна стиглість
Марганець					
Контроль (без добрив)	ґрунт	70,94	54,20	55,20	43,70
	листя	93,60	68,10	57,90	24,80
Гній–8 т/га + N _{56.5} P _{47.8} K _{41.8}	ґрунт	78,22	59,90	60,90	51,34
	листя	102,80	75,30	66,60	28,80
N _{56.5} P _{47.8} K _{41.8}	ґрунт	76,94	57,94	59,96	51,08
	листя	102,10	78,10	62,50	30,40
Гній – 15 т/га + N _{56.5} P _{47.8} K _{41.8}	ґрунт	81,78	60,92	62,44	54,38
	листя	106,30	73,50	62,60	30,20
Цинк					
Контроль (без добрив)	ґрунт	1,05	0,56	0,51	0,41
	листя	23,70	21,10	19,10	12,40
Гній–8 т/га + N _{56.5} P _{47.8} K _{41.8}	ґрунт	1,20	0,75	0,55	0,49
	листя	26,30	22,00	19,60	13,70
N _{56.5} P _{47.8} K _{41.8}	ґрунт	1,15	0,61	0,56	0,49
	листя	28,80	25,40	21,90	14,20
Гній – 15 т/га + N _{56.5} P _{47.8} K _{41.8}	ґрунт	1,39	0,73	0,64	0,57
	листя	29,20	26,00	23,50	15,30
Мідь					
Контроль (без добрив)	ґрунт	10,92	10, 52	9,98	9,62
	листя	12,10	11,80	9,80	7,88
Гній–8 т/га + N _{56.5} P _{47.8} K _{41.8}	ґрунт	11,56	10,86	10,34	9,82
	листя	11,00	10,90	8,40	5,53
N _{56.5} P _{47.8} K _{41.8}	ґрунт	12,28	11,68	10,58	9,84
	листя	12,50	11,40	8,80	6,02
Гній – 15 т/га + N _{56.5} P _{47.8} K _{41.8}	ґрунт	13,08	12,02	11,14	10,62
	листя	12,90	13,00	7,80	5,06
Бор					
Контроль (без добрив)	ґрунт	1,22	1,10	0,96	0,75
	листя	35,60	26,70	21,40	18,20
Гній–8 т/га + N _{56.5} P _{47.8} K _{41.8}	ґрунт	1,56	1,36	1,18	1,00
	листя	37,00	28,30	23,40	19,60
N _{56.5} P _{47.8} K _{41.8}	ґрунт	1,44	1,20	1,04	0,86
	листя	37,40	28,30	22,70	19,20
Гній – 15 т/га + N _{56.5} P _{47.8} K _{41.8}	ґрунт	1,66	1,42	1,26	1,08
	листя	41,50	31,90	25,20	20,60

Зниження вмісту марганцю протягом вегетації спостерігається й у рослинах. Систематичне внесення добрив підвищило вміст марганцю в ґрунті та рослинах, але закономірність його зниження за період вегетації рослин зберігається.

Соняшник належить до культур підвищеного виносу мікроелементів [14]. У всіх фазах розвитку рослини добре забезпечені марганцем, що обумовлено його високим вмістом у ґрунті.

Вміст цинку в ґрунті зменшився протягом вегетації соняшника на контрольних ділянках від 1,05 до 0,41 мг/кг ґрунту, або на 39 %. Зниження вмісту цинку у рослинах спостерігається на 52 %. За систематичного внесення добрив, уміст цинку суттєво зріс, але залишається на низькому рівні як у ґрунті, так і в рослинах. Низький вміст цинку у ґрунті свідчить про необхідність застосування цинкових або комплексних мікродобрив, що містять цинк.

Вміст рухомої міді в ґрунті й рослинах залишається найбільш стабільним протягом усієї вегетації соняшника, і ступінь забезпеченості рослин цим мікроелементом оцінюється як високий. Але внесення добрив підвищує її вміст, хоча і незначною мірою.

Бор для соняшника необхідний протягом усієї вегетації. Уміст бору в ґрунті зменшився протягом вегетації соняшника на контрольних ділянках від 1,22 до 0,75 мг/кг ґрунту, або на 62 %. Спостерігається також зменшення вмісту бору у листі на 51 %. Однак, за систематичного внесення добрив, уміст бору в ґрунті зріс і забезпеченість ним рослин є оптимальною. Під впливом бору підвищується вміст фосфору у верхніх молодих листках, а в нижніх, навпаки, зменшується.

Висновки

1. Встановлено позитивний вплив довготривалого внесення добрив на вміст марганцю, цинку, міді й бору в ґрунті й рослинах соняшника в динаміці за вегетаційний період. Найбільш дефіцитним мікроелементом у чорноземі південному є цинк.

2. Встановлено певну динаміку вмісту мікроелементів (Mn, Zn, Cu, B) у листі соняшника за фазами розвитку (4-6 лист, бутонізація, цвітіння, повна стиглість).

Список використаної літератури

1. *Микроэлементы в сельском хозяйстве* / [Демидов Л. Ф., Доронин В. А., Заришняк А. С. и др.] под ред. С. Ю. Булыгина. – Днепропетровск: Січ, 2007. – 100 с.
2. *Гедзь С. М.* Влияние марганца, бора и меди на некоторые физиолого-биохимические процессы обмена веществ растений картофеля, урожай клубней и его качество / С. М. Гедзь // *Применение микроэлементов в сельском хозяйстве*. – К.: Наукова думка, 1980. – С. 102-104.
3. *Аристархов А. Н.* Использование микроудобрений в условиях интенсивной химизации и принципы определения потребности в них / А. Н. Аристархов // *Химизация сельского хозяйства*. – 1985. – №8. – С. 15-22.
4. *Чумаченко И. Н.* Физиологическая роль микроэлементов в питании растения / И. Н. Чумаченко // *Химизация сельского хозяйства*. – 1989. – №11. – С. 30-32.
5. *Оптимізація мікроелементного живлення сільськогосподарських культур: рекомендації*. / за ред. А. І. Фатєєва. – Харків, 2012. – 36 с.
6. *Бурикiна С. І.* Вміст марганцю в ґрунті та рослинах півдня України / С. І. Бурикiна, О. В. Коваленко, І. П. Якуба // *Вісник аграрної науки південного регіону*. – Одеса, 2012. – Вип. 12-13. – С. 11-18. –
7. *Забезпеченість ґрунтів Сумської області мікроелементами та застосування мікродобрив: рекомендації*. / за ред. А. І. Фатєєва, І. П. Якуба. – Харків, 2013. – 76 с.
8. *Якість ґрунту*. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії: ДСТУ 4770.1:2007. –

[Чинний від 2009-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України 2009. – 9 с. – (Національний стандарт України).

9. *Якість ґрунту*. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії: ДСТУ 4770.2:2007. – [Чинний від 2009-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України 2009. – 9 с. – (Національний стандарт України).

10. *Методы агрохимического анализа*. Определение подвижной меди в почвах по Пейве и Ринькису в модификации ЦИНАО: ОСТ 10144-88. [Введен в действие 1989-01-01]. – М.: 1988. – 145 с. – (Отраслевые стандарты).

11. *Методика виконання вимірювань* (МВВ) «Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм бора в пробах почв на анализаторе жидкости «ФЛЮОРАТ-02» (М 03-01-95)» МВВ 88-12-98: ГОСТ 8.010-90. [Введен в действие 1998-01-01]. К.: Український державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації (Укр ЦСМ) 1998. – 11 с. – (Державний комітет України по стандартизації, метрології та сертифікації).

12. *Сырье и продукты пищевые*. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов: ГОСТ 30178-96. [Введен в действие 2002-01-01]. К.: Госстандарт Украины 2001. – 12 с. – (Межгосударственный стандарт).

13. *Сырье и продукты пищевые*. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов: ГОСТ 26929-94. [Введен в действие 1998-01-01]. К.: Госстандарт Украины 1997. – 16 с. – (Межгосударственный стандарт).

14. *Важенин И. Г.* Методические указания по агрохимическому обследованию и картографированию почв на содержание микроэлементов / И. Г. Важенин. – М.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1976. – 40 с.

Стаття надійшла до редколегії 3.03.2014

DYNAMICS OF TRACE ELEMENTS CONTENTS IN SOIL AND SUNFLOWER LEAVES DURING LONG-TERM FERTILIZATION

G.A. Kapustina

Odessa Branch of State Institution “Soils Protection Institute of Ukraine”
(odessa_cgp@i.ua)

The research results of changes dynamics of trace elements contents (Mn, Zn, Cu, B) in soil and sunflower leaves during the vegetation period under different fertilization with organic and mineral fertilizers are showed. The research was conducted under conditions of stationary field experiment in the Southern Steppe, samples of soil and plants were taken simultaneously four times during the vegetation period according to the phases of plant development. It was found that long-term (four rotations) trace elements fertilization both individually and on a background of manure (8 t / ha and 15 t / ha) increases the trace elements contents in the leaves. From the beginning to the end of vegetation trace elements content decreases both in the soil and in plants. Dynamics of changes for each of the studied trace is different.

Key words: trace elements, sunflower, Southern Steppe.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**АГРОХІМІЯ і
ҐРУНТОЗНАВСТВО**

Випуск 81

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**